



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MECANICA
ELECTRICA**

**“Diseño de un Sistema fotovoltaico para el suministro de Energía Eléctrica
a la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna, Distrito de Julcán”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

Flores Rodríguez, Edinson Germán

ASESOR METODOLOGICO:

Ing. Jorge Roger Aranda Gonzalez

ASESOR ESPECIALISTA:

Ing. Edwin Ronald Valderrama Campos

LINEA DE INVESTIGACIÓN

DGENERACIÓN, TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN.

Trujillo – PERU

2018

PAGINA DEL JURADO

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

DEDICATORIA

*A Dios, por ser mi luz de guía.
A mis queridos padres Margarita y René,
Por su inmenso amor, comprensión y apoyo.
A mi esposa Carmen, por su amor y tolerancia.
A todas las personas que orientaron en el camino
y me dieron palabras de apoyo y aliento.*

Edinson

AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Cesar Vallejo
Por haber aceptado ser parte de ella
Agradezco especialmente a mis docentes
Por sus conocimientos y experiencias
Personales impartidas en nuestra formación.*

El Autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Edinson Germán Flores Rodríguez, con DNI 18210397 a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería de la escuela de Ingeniería mecánica eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es vera y autentica.

Así mismo declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, Julio 2018

FLORES RODRÍGUEZ, Edinson Germán

DNI 18210397

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se realizó en Localidad Paruque Bajo-Sector La Tuna, perteneciente al distrito de Julcán, Provincia de Julcán, Departamento de La Libertad, siendo la Energía Eléctrica una necesidad básica para el bienestar y desarrollo del poblador, se cuenta con fuentes de energía renovable no convencional como el sol que se aprovecharía para brindar este servicio tan necesario.

En el desarrollo de la tesis está conformado de seis capítulos, siendo descrito en síntesis de la siguiente manera.

En el Capítulo uno, detallamos el marco teórico del presente trabajo, el enunciado del Problema, la justificación del proyecto de investigación, con los Objetivos del proyecto.

El Capítulo dos, se detalla el Diseño de la Investigación, las Variables y su Operacionalización, así también la Población y Muestra, las Técnicas e Instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación, asimismo los Métodos de Análisis de Datos.

En el Capítulo tres, En este capítulo se analizan se observan los resultados obtenidos y análisis económicos realizados en la investigación.

En el Capítulo cuatro, se realizó la discusión de los resultados alcanzados. En el Capítulo cinco y seis, se determina las conclusiones y recomendaciones respectivas.

INDICE

Contenido	
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	5
PRESENTACIÓN	6
INDICE	7
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad Problemática	12
1.2. Trabajos Previos	14
1.3. Teorías relacionadas al tema	18
1.4. Formulación del problema	33
1.5. Justificación	33
1.6. Hipótesis	34
1.7. Objetivos	34
1.7.1. General	34
1.7.2. Específicos	34
II. MÉTODO	35
2.1. Diseño de investigación	35
2.2. Variables y operacionalización	35
III. RESULTADOS	40
3.1. Estudio de la máxima demanda en la localidad de Paruque Bajo-Sector La tuna del Distrito de Julcán	40
IV. DISCUSIÓN	68
V. CONCLUSIONES	71
VI. RECOMENDACIONES	72
VII. REFERENCIAS	72
Bibliografía	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de Abonados Domésticos de la localidad	40
Tabla 2: Personas por hogar en el área rural	40
Tabla 3: Cuadro de consumo por Abonado	40
Tabla 4: Cuadro de consumo por Abonado	41
Tabla 5: Variables para la estimación de la demanda.....	41
Tabla 6: Consumo de Alumbrado Público	42
Tabla 7: Consumos Totales Domésticos	43
Tabla 8: Consumos Totales de Alumbrado Público.....	44
Tabla 9: Cuadro de Consumos totales y máxima demanda para la localidad.....	45
Tabla 10: Niveles de radiación mensual promedio del Sector La Tuna-Julcán.....	48
Tabla 11: Inclinação de paneles solares.....	49
Tabla 12: Componentes del sistema fotovoltaico.....	56
Tabla 13: Intensidades de corriente y secciones de cable en tramos DC	60
Tabla 14: Presupuesto de la Central Solar	61
Tabla 15: Presupuesto de red secundaria.....	62
Tabla 16: Presupuesto de total de inversión.....	62
Tabla 17: Costo del kWh generado	63
Tabla 18: Flujo de ingreso a precios de mercado	64
Tabla 19: Costos de operación y mantenimiento	65
Tabla 20: Evaluación económica a precios de mercado.....	65
Tabla 21: Flujo de ingreso a precios sociales.....	66
Tabla 22: costo de operación y mantenimiento	67
Tabla 23: Evaluación económica a precios sociales	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Capacidad mundial de energía solar FV	12
Figura 2: Fuentes de la energía eléctrica en el Perú	13
Figura 3: Radiación solar	18
Figura 4: Horas sol pico.....	19
Figura 5: Orientación de los paneles solares.....	19
Figura 6: Efecto fotovoltaico	20
Figura 7: Sistema fotovoltaico aislado	21
Figura 8: Sistema fotovoltaico interconectado a red.....	22
Figura 9: Célula fotovoltaica y panel fotovoltaico	23
Figura 10: Batería solar	25
Figura 11: Regulador de carga.....	26
Figura 12: Inversores de voltaje	27
Figura 13: Soportes fijos	28
Figura 14: Soportes móviles	28
Figura 15: Mapa de irradiancia-Departamento de la Libertad.....	47
Figura 16: Ubicación geográfica de la central fotovoltaica	49
Figura 17: Valores mensuales de energía del sistema fotovoltaico	56

RESUMEN

En esta investigación se ha propuesto un sistema fotovoltaico para proveer de energía eléctrica a la localidad Paruque Bajo-Sector La Tuna ubicada en el Distrito de Julcán, Provincia de Julcán, Departamento de La Libertad, siendo conformada por 20 Viviendas de características rurales, que carecen de este servicio.

Se realizó un estudio para evaluar las necesidades energéticas en esta localidad, siendo el consumo diario de energía eléctrica al año 20 igual a 30.99 kW-h/día, asimismo se ha obtenido un consumo de energía eléctrica y una máxima demanda en el primer año de 7,056.41 kW-h y 4.03 kW y para el año 20 será 11,311.04 kW-h y 6.46 kW.

Se determinaron los niveles de radiación solar existentes en la localidad durante los últimos años según los alcances de las entidades SENAMHI y NASA para el uso eficiente de la energía solar, determinándose un valor de 4.47 kW/m².

Se consiguió un sistema fotovoltaico para cubrir la máxima demanda proyectada al año 20, siendo conformada por 34 paneles de 320 Wp, 56 baterías de 260 Ah/12v, 6 reguladores de carga MPPT 150/70 A y 1 inversor de 6000 W, teniendo una potencia instalada del sistema de captación de energía solar igual a 9,79 kWp.

En el análisis económico realizado nos indica que en caso de proyecto sin subsidio del estado se obtuvo un VAN de S/. -168,414.61 y un TIR de - 5.44% siendo no rentable, y en el caso de precios sociales se determinó un VANs de S/.53,698.26 y un TIRs de 12.21%; por lo que en ese caso el proyecto sería viable.

PALABRAS CLAVES

Radiación solar, Sistema fotovoltaico, Necesidad Energética, Energía Eléctrica.

ABSTRACT

In this research, a photovoltaic system has been proposed to provide electricity to the Paruque Bajo-Sector La Tuna locality located in the District of Julcán, Province of Julcán, Department of La Libertad, being composed of 20 rural dwellings, which are lacking of this service.

A study was carried out to evaluate the energy needs in this locality, being the daily consumption of electric energy at year 20 equal to 30.99 kW-h / day, as well as an electric power consumption and a maximum demand in the first year of 7,056.41 kW-h and 4.03 kW and for the year 20 it will be 11,311.04 kW-h and 6.46 kW.

The levels of solar radiation existing in the town during the last years were determined according to the scope of SENAMHI and NASA entities for the efficient use of solar energy, determining a value of 4.47 kW / m².

A photovoltaic system was obtained to cover the maximum demand projected to the year 20, being made up of 34 panels of 320 Wp, 56 batteries of 260 Ah / 12v, 6 regulators of load MPPT 150/70 A and 1 inverter of 6000 W, having a installed power of the solar energy collection system equal to 9.79 kWp.

In the economic analysis carried out, it indicates that in the case of a project without subsidy from the state, a VAN of S / . -168,414.61 and an TIR of - 5.44% being unprofitable, and in the case of social prices, a VAN of S / .53,698.26 and a TIR of 12.21% was determined; so in that case the project would be viable.

Keywords

Solar radiation, Photovoltaic system, Energy needs, Electric energy.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Según el informe publicado por el Banco Mundial, nos indica que en el mundo existen mil cien millones de habitantes que no cuentan con energía eléctrica asimismo hay tres mil millones de personas que utilizan para cocinar combustibles contaminantes, como kerosene, carbón vegetal, leña. Se sostiene asimismo que si bien se vienen generando energías renovables aumentando la eficiencia energética, se debe promover su aceleración en todo el mundo. (GUATEMALA, 2015).

En la actualidad se vienen desarrollando tecnologías para utilizar los Recursos Energéticos Renovables No Convencionales, estableciéndose como una importante fuente de energía, existen pueblos ubicados en zonas retiradas, alejados de la red eléctrica convencional más cercana, por lo que el crecimiento del uso de la energía como la fotovoltaica puede brindar electricidad a las viviendas en zonas más alejadas y logrando avances para contrarrestar las consecuencias del cambio climático. (OSINERGMIN, 2016).

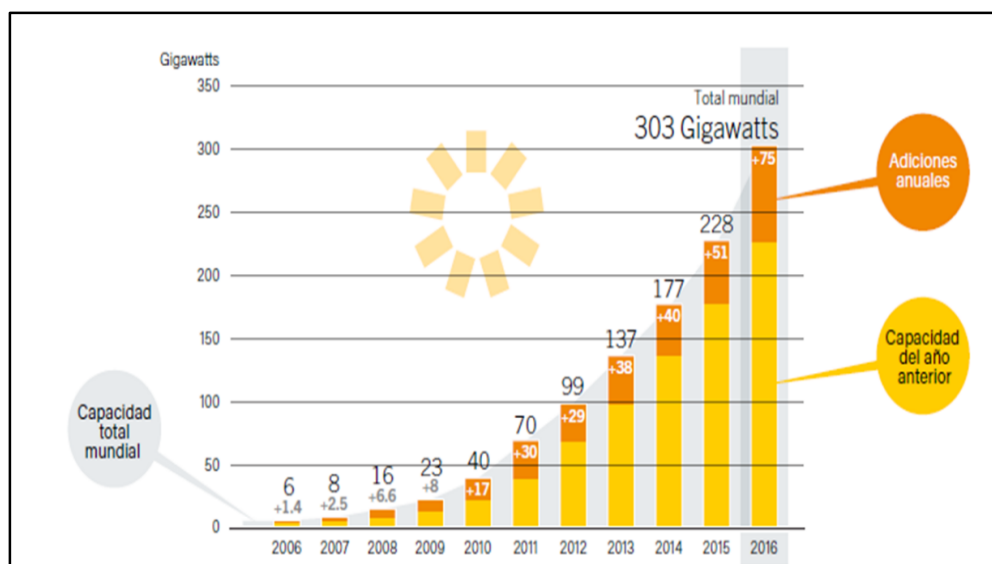


Figura 1: Capacidad mundial de energía solar FV

Fuente: (REN21, 2017)

En el Perú se ha realizado poco uso de la fuente proveniente del sol para la generación de energía eléctrica, siendo de poco acceso para la población de las

regiones de la sierra y selva donde aún no cuenta con el sistema eléctrico convencional. Siendo una alternativa de energía que ofrece un gran potencial para el desarrollo del país. (ESAN, 2016).

Las energías renovables no convencionales aún no terminan de encontrar espacio en el Perú, siendo un país con un potencial eólico, solar, geotérmico y de la biomasa, a la fecha mediante el uso de estas fuentes se abastece al 2% de la energía consumida (6.200 MW/h). Los más importantes provienen de centrales hidroeléctricas (52%) y de centrales termoeléctricas (46%), siendo en la mayoría proveniente del gas natural. (Zurita, 2017).

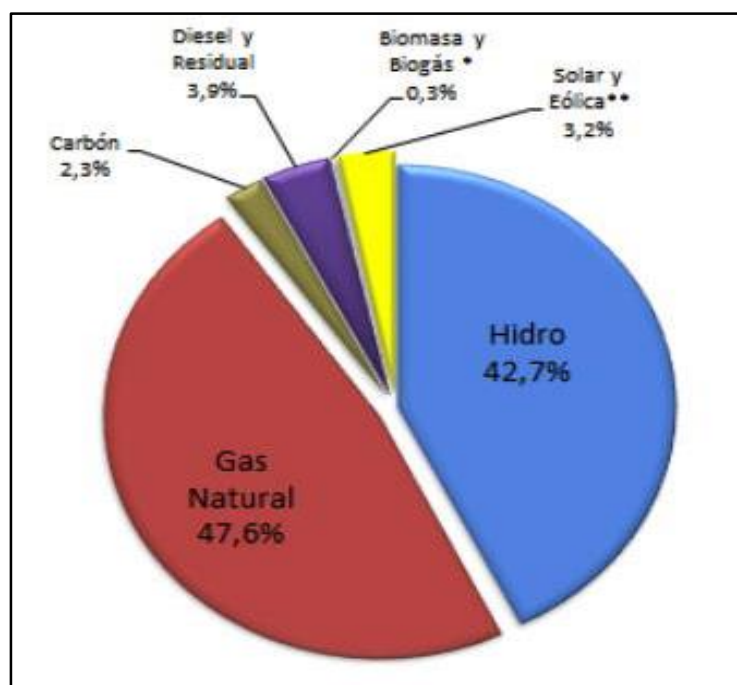


Figura 2: Fuentes de la energía eléctrica en el Perú

Fuente: (Volt, 2017)

La localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna encontrándose ubicado en lado noroccidental del distrito de Julcán, siendo su acceso a través de una trocha carrózzable.

Actualmente en la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna viven 69 pobladores y 20 viviendas.

En esta localidad formada hace más de 20 años no hay electricidad, lo cual afecta en la calidad de vida de los pobladores.

Los pobladores para poder iluminarse en las noches utilizan velas y mecheros siendo perjudiciales para la salud.

Al no existir el servicio eléctrico, esto dificulta el avance económico y comercio de alimentos con las localidades cercanas.

Asimismo la Población se encuentra sin acceso a los avances tecnológico de la comunicación e información.

1.2. Trabajos Previos

(ACEVEDO, 2016), en su tesis: “Diseño para una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios”, este diseño se realizó para una vivienda rural localizada en la vereda Carupana, del municipio de Tauramena, en el departamento del Casanare.

De acuerdo con los cálculos desarrollados, en la vereda Carupana, la mínima radiación solar recibida por los paneles inclinados 15° , respecto de la horizontal, y orientados hacia la línea ecuatorial, ocurre en el mes de junio y tiene un valor de 4,05 kWh/m².

Se obtuvo que el sistema operará eficientemente durante cualquier día del año con 16 paneles de 145 W, 6 baterías de 220 Ah a 12 Vdc, 1 regulador controlador MPPT de 3 kW y un inversor CC/CA de 4 kW.

Los costos de inversión superan los 25 años, pero se justifican si se tiene en cuenta la calidad de vida que se ofrece a los campesinos, y si se observa que los costos ambientales disminuyen cuando no se cocina con leña.

(Tercero, 2015), en su tesis: “Diseño de una mini central fotovoltaica autónoma con una capacidad de 2.7kWp, para electrificación de la comunidad de la Fortuna, Esteli”, la cual está diseñada para 11 viviendas y una iglesia a las que se les distribuirá la energía en la comunidad La Fortuna, que con el tiempo cuya capacidad puede aumentar en base a la cantidad demandada de energía; según los cálculos realizados, y las diferentes comparaciones, se deberán usar 12

paneles solares cuyas características son de 225W y 12V, para la generación de electricidad, el acumulador debe estar conformado por 8 baterías de 6V–435Ah cada una, conectadas en serie, para obtener a la salida 48V- 435Ah, utilizando un factor de descarga del 70%, en cuanto al regulador de carga será de 60 amperios y un inversor de 3500W, seleccionado por el total de la potencia proyectada del censo de carga y seguidamente el cableado de la minicentral, así como de la red de distribución.

El estudio económico obtenido al final del periodo de análisis (10 años) se logran recuperar \$3,886.6 Dólares, lo que en efecto nos indica que esta cantidad no cubre el pago del préstamo de los \$ 6,922.38 Dólares y por lo que la gerencia debe gestionar alternativas de préstamos o donación dado que este proyecto tiene un enfoque meramente social.

(BARDALES, 2016), en su tesis “Estudio de factibilidad para suministrar energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el centro poblado de Shungun Región Amazonas”, se trata del suministro de energía eléctrica para un sistema fotovoltaico para una población de 41 viviendas.

De acuerdo con los resultados se encontró una potencia a instalar de 15.68 kW y demanda de energía de 63.69 kWh/día necesarios para la localidad.

Se determinó que el mes más desfavorable de radiación solar será febrero con un valor de 4.23 kWh/m²/día siendo usado para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

El diseño del sistema fotovoltaico está compuesto por 54 paneles de 300 Wp, 04 inversores y una banco de baterías de una capacidad de 9920 Ah, se considera un sistema de red secundaria para baja tensión 380/220 V.

El costo de la implementación se divide en dos sistemas, el sistema fotovoltaico con un valor de s/. 21,382.83 y el sistema de distribución de valor de s/. 87,329.86 haciendo un total de s/. 300,512.69.

El Análisis económico determino que el VAN y el TIR son de valores negativos, por lo cual el proyecto no es factible del punto de vista económico, pero por otro lado sería viable mediante el apoyo económico de instituciones del gobierno.

(ODAR, 2016), en su tesis: “Electrificación rural fotovoltaico para suministrar al caserío paredones, distrito de Chongoyape” de acuerdo a los resultados se determinó que la Radiación Solar existente en el caserío es igual a 5,0 kW-h/m². El resultado de la Mayor Demanda actual del año 2016 es 8.8 kW y para la proyección al año 2034 será de 16 kW.

Para el diseño de la Electrificación Fotovoltaica según los estudios realizados de las máximas demandas se considera un capacidad de 18 kWp, para el abastecimiento del caserío de paredones conformado por 23 viviendas, dicho sistema está conformado por 15 paneles con una potencia de 275 Wp asimismo un inversor de 8 kWp.

El Análisis Económico desarrollado, concluyó que el proyecto a considerar no es posible su viabilidad teniendo en cuenta que su VAN sale negativo y el TIR es igual a -8%.

(SOBERÓN, 2016), en su tesis: “Diseño de una Central fotovoltaica para suministrar Energía Eléctrica a la comunidad nativa de Kusu Numpatkaim-Distrito del Cenepa”, según los resultados se determinó una máxima demanda igual a 26.25 KVA con una proyección de 20 años.

Según la máxima demanda encontrada en el año 20, se calculó para el diseño de la central un inversor de 30 kW, siendo la potencia a instalar en la central.

Asimismo estará compuesto por 550 paneles solares monocristalinos TFC210 con una potencia de 210 Wp, establecidos en 5 ramales en serie y dos ramales en paralelo.

El banco de acumuladores está compuesto por 216 baterías de 1869 Ah y 12 V, con una capacidad hasta el 50% y el inversor será de 30 kW, 440/220 V.

La Central solar ocupará un área de 3351 m², siendo el espacio establecido en la parte central de todas las cargas determinadas.

El Análisis económico determina que el proyecto no sería rentable por una inversión privada pero teniendo en cuenta que la población forma parte de la sociedad sería mediante el apoyo del estado para que el proyecto sea viable.

(Valdera, 2016), en su tesis: “Propuesta de un diseño de sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica en el centro poblado Calerita-Chiclayo”; siendo 37 viviendas rurales, que carecen del servicio eléctrico.

De acuerdo con los resultados se determinó que los consumos de energía y máximas demandas en el primer año tienen un valor de 7719,37 kW-h y 4.41 kW y en el último año de proyección será igual a 11613,97 kW-h y 6,63 kW y el consumo de energía eléctrica diario para el estudio será de 31,82 kW-h/día.

La Ubicación de la Central solar tendrá las siguientes coordenadas UTM (WGS 84): Este: 642078.24 Norte: 9247279.98 siendo su ubicación considerando las distancias no muy lejanas del caserío, teniendo en cuenta el estado del terreno donde estará la central instalada.

Según los cálculos realizados se determinó que el costo del kW-h generado, será de 0.4395 s/. / kW-h con una inversión para la central solar de s/. 22,229.25 nuevos soles.

De acuerdo al análisis económico se determinó que mediante el subsidio del estado se obtiene un VAN positivo y un TIR mayo del 12%, por lo que el proyecto será económicamente viable.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Energía Solar

“Viene a ser la energía renovable proveniente del sol, que a través de la radiación solar ingresa hacia la tierra, la cual mediante determinados dispositivos es transformada en energía eléctrica, para luego ser utilizada donde se le necesite” (ENERGIA SOLAR, 2017).

1.3.2. Radiación Solar

“Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas que vienen del sol, se clasifican desde infrarrojo a ultravioleta, al ingresar a la atmosfera parte de la radiación es absorbida principalmente por la capa de ozono, la magnitud que mide la radiación solar que llega a la tierra se denomina irradiancia, siendo su unidad representativa el W/m^2 (vatio por metro cuadrado)” (ECURED, 2015).

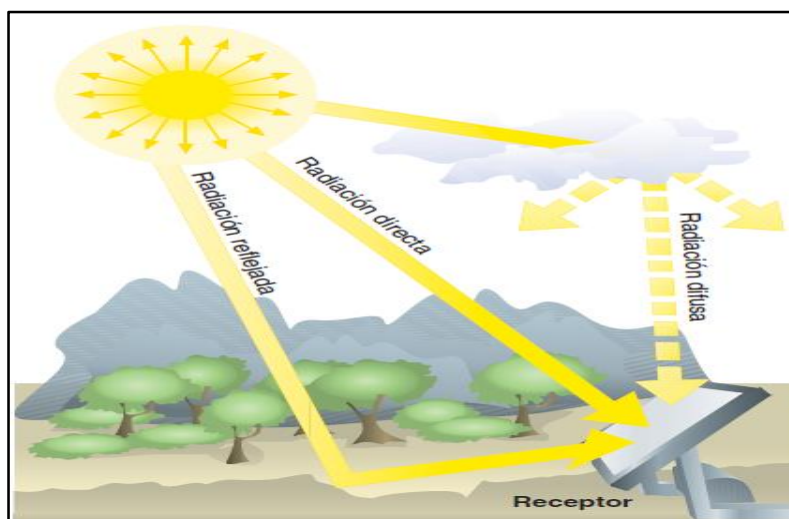


Figura 3: Radiación solar

Fuente: (Castejón, 2010)

1.3.3. Horas de Sol Pico (H.S.P.)

“La cantidad de horas de sol pico determinado vienen a ser el parámetro que expresa la cantidad de horas por día que producen la radiación solar teórica constante igual a $100 W/m^2$ sobre un determinado lugar, que en forma conjunta suman un valor igual a la misma irradiancia total que se produjo durante ese día,

nos ayuda a conocer la energía solar disponible para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico”. (Ceen, 2015).

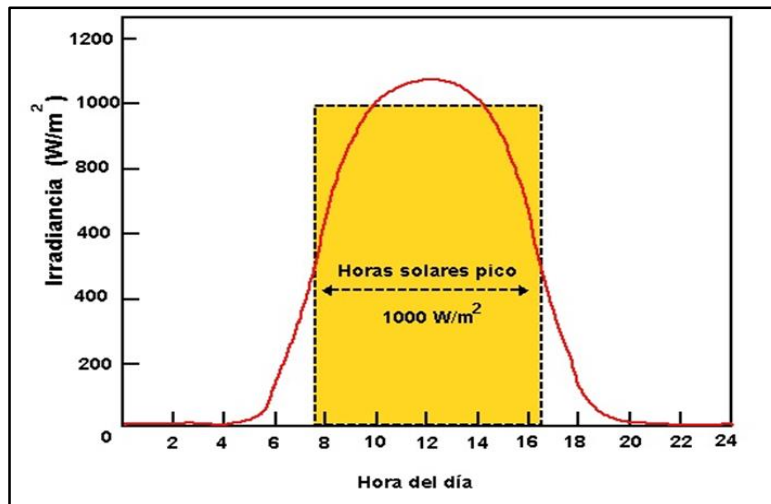


Figura 4: Horas sol pico

Fuente: (Blasco, 2014)

1.3.4. Orientación

“La orientación del generador solar de un sistema fotovoltaico debe ser mirando hacia el horizonte sur en caso el hemisferio sur, La inclinación de los generadores solares debe maximizar la producción por año, de tal manera que optimice la producción en los meses invernales y favorezca para los meses de verano” (PERPIÑÁN, 2015, pág. 77).

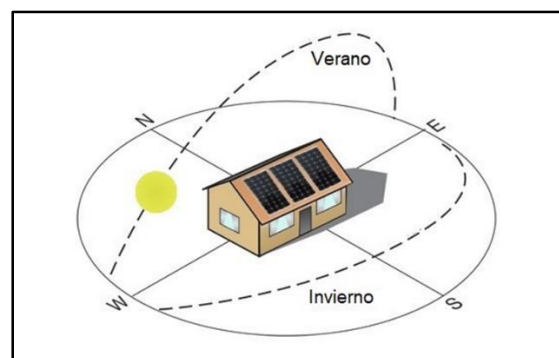


Figura 5: Orientación de los paneles solares

Fuente: (MPPTSOLAR, 2017)

1.3.5. Efecto fotovoltaico

“La radiación solar se transforma en energía eléctrica utilizando un dispositivo llamado célula fotovoltaica, dicho proceso de transformación se conoce como efecto fotovoltaico y se genera cuando la radiación solar se convierte en energía eléctrica a través de un material semiconductor” (Pareja, 2010).

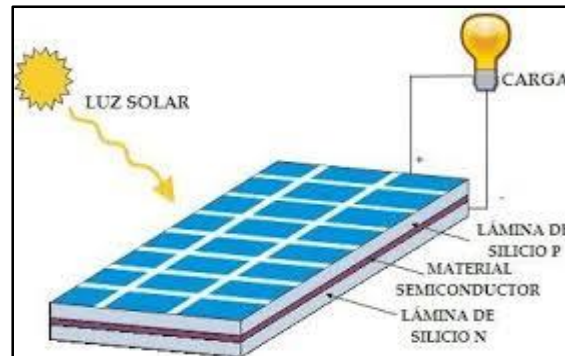


Figura 6: Efecto fotovoltaico

Fuente: (Díaz J. , 2015)

1.3.6. Sistema fotovoltaico

“El sistema fotovoltaico realiza la transformación de forma directa de la energía proveniente del sol en energía eléctrica” (Gonzalez-Longatt, 2008).

1.3.7. Tipos de Sistema fotovoltaico

“Los sistemas fotovoltaico se clasifican en dos grupos, los sistemas fotovoltaicos asilados y los sistemas fotovoltaicos interconectados con las redes eléctricas” (CEMAER, 2016).

Sistema fotovoltaico Aislado

El sistema fotovoltaico aislado también denominado autónomo, viene a ser un sistema que se auto abastece aprovechando la irradiación solar que se convierte en energía eléctrica requerida para el suministro de una instalación eléctrica de una vivienda, sistema de bombeo, riego, comunicación” (Pareja, 2010, pág. 8).

Siendo sus componentes los sgtes:

El generador fotovoltaico que brinda la corriente eléctrica del sistema, encargándose de que las baterías se encuentren cargadas.

La batería es la entrega energía eléctrica a la instalación cuando el nivel de irradiación solar en la zona es escasa o igual a cero.

El regulador tiene la función de controlar los niveles de carga de la batería teniendo en cuenta la demanda de energía eléctrica y el grado de producción existente.

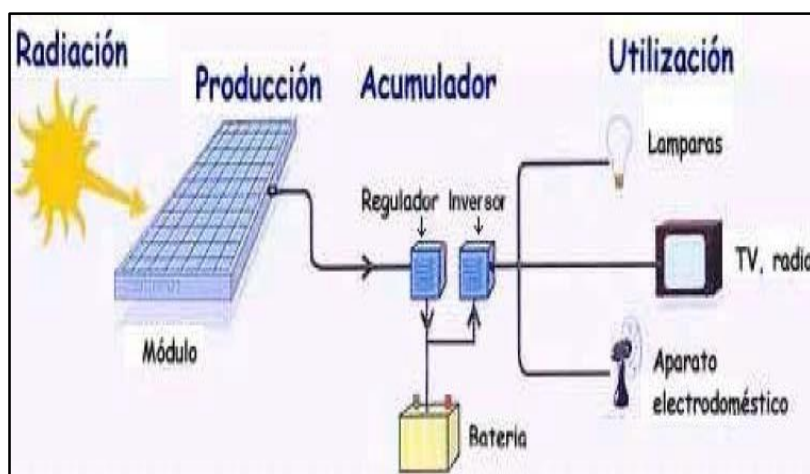


Figura 7: Sistema fotovoltaico aislado

Fuente: (Pareja, 2010)

Sistema fotovoltaico interconectado a la Red Eléctrica

“En este tipo de sistema fotovoltaico la energía solar generada por el sistema fotovoltaico en energía eléctrica se envía a la red de distribución eléctrica convencional para luego ser distribuida a la vivienda, este sistema está compuesto solamente por los paneles fotovoltaicos y el inversor” (Mesa, 2009).

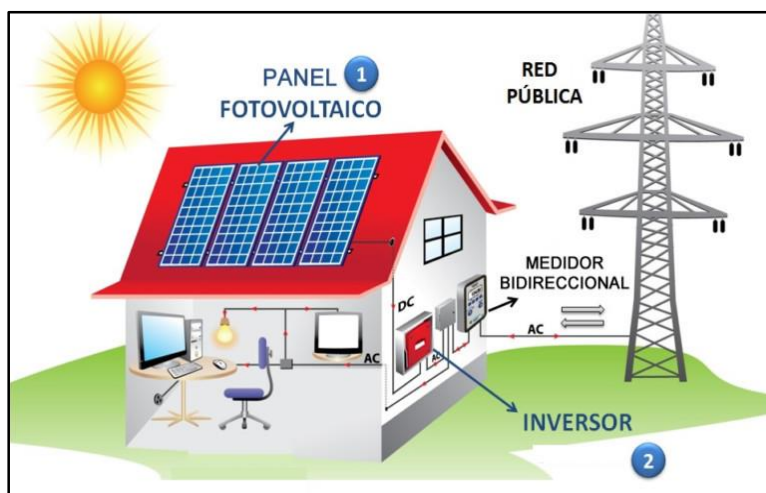


Figura 8: Sistema fotovoltaico interconectado a red

Fuente: (SOLARNGREEN, 2016)

1.3.8. Componentes del Sistema Fotovoltaico

Panel Solar

“Es el encargado de generar energía eléctrica a través de la irradiación solar, mediante el efecto fotoeléctrico.

La estructura del panel solar está compuesto por la interconexión de pequeñas estructuras denominadas células fotovoltaicas en serie y/o paralelo, teniendo en cuenta los niveles de tensión y corriente del panel, cada célula puede generar 0,5 voltios, por lo que los valores de tensión generados en paneles de 36 células es igual a 12 voltios y para paneles de 72 células proporcionan un valor de 24 voltios” (Pareja, 2010).

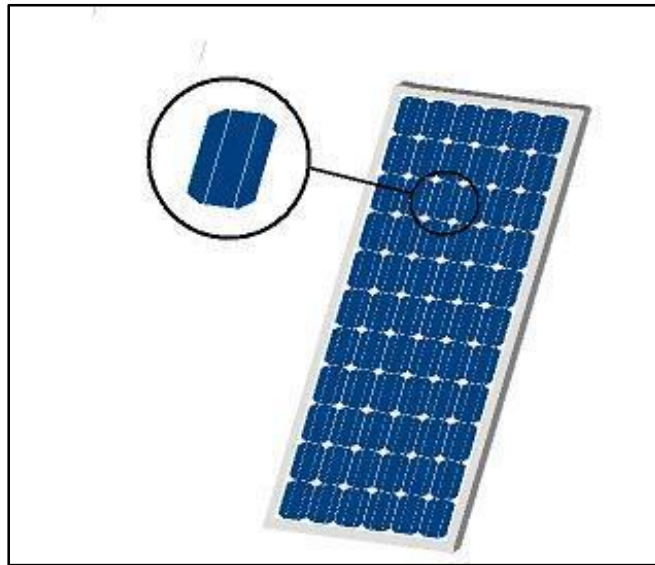


Figura 9: Célula fotovoltaica y panel fotovoltaico

Fuente: (DANIEL, 2014)

Los tipos de paneles solares son los sgtes:

Paneles Solares Monocristalinos

“Este tipo de paneles están compuestos por un sistema cristalino de forma ordenada, obteniéndose a partir de silicio puro fundido mezclado con boro, se lo determina por su color azul oscuro y metálico”. (Pareja, 2010, pág. 11).

Paneles Solares Policristalinos

“Están formados por un sistema de forma ordenada por segmentos separados. Se fabrican de la misma manera como se produce el panel monocristalino a diferencia de menos fases de cristalización, se reconoce por su superficie presenta tonalidades azules y grises metálicos” (Pareja, 2010, pág. 12).

Paneles Solares Amorfos

“La composición de estos paneles se caracterizan por su alto nivel de desorden y varios defectos estructurales en su composición química, la forma de obtención tienen un menor inversión económica que los otros tipos de paneles, su superficie presenta una tonalidad homogénea” (Pareja, 2010, pág. 12).

Baterías

“La batería se denomina al acumulador electroquímico que almacena energía eléctrica a partir del cambio en energía electroquímica, proporcionando autonomía a la instalación en caso de no se cuente con energía solar o cuando la demanda eléctrica de la vivienda lo requiera asimismo brinda un mejor funcionamiento del sistema al proporcionar picos de intensidad superior a los brindados por el generador fotovoltaico y la estabilización del voltaje del sistema, evitando variaciones perjudiciales para los equipos utilizados en el consumo” (PERPIÑÁN, 2015, pág. 94).

Tipos de Baterías

Se pueden clasificar en tres tipos:

Estacionarias Monobloc

“Estas baterías se denominan a las que están conformadas por un solo bloque, no hace falta unir las para obtener una tensión de 12 voltios, tienen una menor capacidad de almacenaje que las baterías translúcidas y/o herméticas, son usadas para pequeñas instalaciones de menor potencia. Tienen un mayor tamaño que las baterías utilizadas en los automóviles, dependiendo de la capacidad que requiera la batería” (Pareja, 2010, pág. 22).

Estacionarias Traslúcidas o transparentes

“Estas baterías suelen caracterizarse porque están conformadas en células, se puede ver la estructura interna de la batería, al estar constituidas por una célula o vaso, tienen una tensión de 2,2 voltios por lo que es conveniente unir las en serie para alcanzar voltajes mayores, de esa manera para una tensión de 12 voltios es necesario la conexión en serie de 6 baterías, son baterías de mayor volumen y peso que las monobloc, suelen estar distribuidas sin el electrolítico, para su instalación es recomendable ser rellenadas después de su colocación” (Pareja, 2010, pág. 22).

Estacionarias Herméticas

“Son las baterías conocidas como sin mantenimiento, no hay acceso al interior aunque tengan las mismas características en referencia a los materiales activos y a los niveles de carga y descarga, estas baterías son selladas gelidificadas presentado como referencia que el electrolítico es mucho más denso, por lo que no se derraman y pueden colocarse en posición indistinta, para lograr esta densidad debe agregarse dióxido de silicio. Estas baterías no es necesario el mantenimiento de recargar el líquido interno de la batería, asimismo se indica que estas no tienen una buena respuesta ante descargas profundas, el trabajo de mantenimiento consiste en limpieza, verificación de niveles y recargas” (Pareja, 2010, pág. 23).



Figura 10: Batería solar

Fuente: (ENERGIA SOLAR, 2017)

Regulador de Carga

Viene a ser un dispositivo electrónico que cumple una función de suma importancia que es controlar el flujo de corriente generado por los paneles solares a fin de que se produzcan sobrecargas y descargas de las baterías causando su posterior deterioro, cuando se alcanzan estos niveles en la batería, siendo determinados por la tensión en los bornes de la batería un regulador es

imprescindible en cualquier sistema fotovoltaico con acumulación en baterías”.
(PERPIÑÁN, 2015, pág. 101).



Figura 11: Regulador de carga

Fuente: (Pareja, 2010)

Inversor de Voltaje

“El inversor es el encargado de transformar la corriente continua proveniente de la instalación fotovoltaica en corriente alterna, siendo igual a existente en la red eléctrica con una tensión de 220 V y una frecuencia de 60 Hz.

Es un dispositivo necesario para las instalaciones interconectadas a la red convencional así como en las instalaciones autónomas, mayormente en la electrificación de viviendas” (Díaz T. , 2010, pág. 24).



Figura 12: Inversores de voltaje

Fuente: (Pareja, 2010)

Soportes

“La estructura soporte, permite asegurar la fijación del panel solar, favoreciendo la orientación y el ángulo de inclinación para aprovechar mejor el nivel de irradiación por el generador solar, esta estructura proporciona a los módulos fotovoltaicos resistencia frente a los cambios atmosféricos” (YUBASOLAR, 2015).

Tipos de Soportes

Se clasifican en dos tipos, siendo los siguientes:

Sistemas Fijos

Se refiere a que este sistema está fijo con un grado de inclinación adecuada según el estudio realizado, teniendo en cuenta las precipitaciones pluviales y efecto el producto de las sombras para su elección teniendo en cuenta que no puede variar la inclinación; Este sistema fijo tiene larga duración y mantenimiento mínimo.



Figura 13: Soportes fijos

Fuente: (Siles, 2017)

Seguidores Solares

Este tipo de soporte está compuesto por una estructura fija y una móvil, para de esa manera acompañar al movimiento del sol y orientar de ese modo a los paneles solar de modo perpendicular al sol. De esa forma obtener el aumento de la captación de la radiación solar y la energía generada por la instalación.



Figura 14: Soportes móviles

Fuente: (Siles, 2017)

Cables Eléctricos

Referente a los cables eléctricos a utilizar en la instalación deben cumplir con el aislamiento y protección adecuada, el selección estará en base a la aplicación y el tipo de sistema utilizado, para efectuar los cálculos respectivos serán de

acuerdo a las indicaciones del Código Nacional de Electricidad y Normas Técnicas Peruanas.

Para determinar la selección de conductores se debe considerar el porcentaje de la caída de tensión en los conductores sea menor de 3% entre paneles fotovoltaicos y el regulador de carga, menor de 1% entre batería y regulador de carga y menores del 5% entre el regulador de carga y las cargas, todos estos porcentajes corresponden al estado de máxima corriente” (MEM, 2004).

1.3.9. Diseño de un Sistema fotovoltaico Aislado

Cálculo del Rendimiento Global (R)

$$R = \left[(1 - Kb - Kc - Kv) * Ka * \frac{N}{Pd} \right] - Kb - Kc - Kv \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

Kb : Pérdida por rendimiento en la batería

Kc : Pérdida en el inversor

Kv : Pérdidas diversas

Ka : Pérdidas ocasionadas por autodescarga

Pd : Profundidad de descarga de la batería.

N : Número de días con autonomía

Cálculo de la Energía a distribuir en corriente alterna ($L_{md,AC}$)

$$L_{md,AC} = \frac{ET_{20}}{R} \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

ET_{20} : Energía diaria a distribuir en el año 20

R : Rendimiento Global

Cálculo de la Energía Total a Distribuir (L_{md})

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{n_{inv}}}{n_{bat} * n_{con}} \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

$L_{md,DC}$: Energía real a distribuir en DC

$L_{md,AC}$: Energía real a distribuir en AC

n_{inv} : Eficiencia del inversor

n_{bat} : Eficiencia de la batería

n_{con} : Eficiencia de la conducción

Cálculo del Número de Módulos (N_{mod})

$$N_{mod} = \frac{L_{md}}{P_{MP} * HSP_{crit} * PR} \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

L_{md} : Energía real a distribuir

P_{MP} : Potencia de cada modulo

HSP_{crit} : Hora pico solar crítica

PR : Eficiencia de cada panel

Conexión de los paneles solares

Conexión en serie:

$$N_S = \frac{V_{BAT}}{V_{PANEL}} \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

N_S : Numero de módulos en serie

V_{BAT} : Tensión nominal del sistema

V_{PANEL} : Tensión nominal de los módulos

Conexión en paralelo:

$$N_p = \frac{N_T}{N_s} \dots\dots\dots(6)$$

Dónde:

N_p : Numero de módulos en paralelo

N_T : Número total de paneles

Número total de paneles= $N_s \times N_p$

Calculo del Regulador de Carga

Corriente de entrada al regulador:

$$I_{entrada} = 1.25 * I_{mod,sc} * N_p \quad (7)$$

Dónde:

$I_{mod,sc}$: Intensidad de cortocircuito del modulo

N_p : Numero de paneles en paralelo

Considerar factor de seguridad para regulador: 1.25

Corriente de salida del regulador:

$$I_{salida} = \frac{1.25 * (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{n_{inv}})}{V_{BAT}} \dots\dots\dots(8)$$

Dónde:

n_{inv} : Eficiencia del inversor

V_{BAT} : Voltaje de la batería

El número de reguladores será determinado por la siguiente expresión:

$$N_{reguladores} = \frac{I_{Re}}{I_{MAX,e}} \dots\dots\dots(9)$$

Dónde:

$I_{MAX,e}$: Intensidad máxima de entrada del regulador

Calculo de las baterías

C_n : Capacidad nominal del banco de baterías (Ah)

L_{md} : Energía media diaria

n : Periodo de autonomía (días)

V_{BAT} : Voltaje de la batería

$PD_{max,e}$: Profundidad de descarga máxima estacional

PD_{max} : Profundidad de descarga máxima

Consumo de energía media en Ah/día:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}} \dots\dots\dots (10)$$

Capacidad nominal de la descarga máxima diaria (C_{nd}):

$$C_{nd} = \frac{Q_{Ah}}{PD_{MAX,d}} \dots\dots\dots (11)$$

Capacidad nominal de la descarga máxima estacional (C_{ne}):

$$C_{ne} = \frac{Q_{Ah} * n}{PD_{MAX,de}} \dots\dots\dots (12)$$

La cantidad de baterías se determina por la siguiente expresión:

$$C_{BAT} = \frac{C_n}{A_h} \dots\dots\dots (13)$$

Calculo del inversor

La potencia a considerar del inversor debe ser mayor a 1,2 veces la potencia instalada de los paneles solares que demanda la localidad en el año 20.

$$P_{inv} = 1.2 * POT_{max} \dots\dots\dots (14)$$

Calculo de los conductores eléctricos

Sección del cable conductor en mm²

$$S = 2 * \frac{L * I}{\Delta V * K} \dots\dots\dots (15)$$

Dónde:

$I = N_{panel} * I_{sc}$: Corriente que pasa por el conductor

$\Delta V = \Delta V\% * V_{MP}$: Caída de la tensión en el conductor

K: Conductividad 56 m/Ohm.mm²

Base Legal

Ministerio de Energía y Minas

Dirección General de Electrificación Rural (DGER) según la ley N°28749 (Ley General de Electrificación Rural)

Reglamento técnico: Especificaciones técnicas y procedimientos de evaluación del sistema fotovoltaico y sus componentes para electrificación rural, Enero 2007

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)

Dirección General de política de inversiones (DGPI)

Guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de electrificación rural

Código Nacional de Electricidad

Reglamento Nacional de Edificaciones-EM.080.

1.4. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño de un sistema fotovoltaico permitirá el suministro de energía eléctrica a la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna?

1.5. Justificación

El proyecto de investigación se justifica porque va dirigido a solucionar el problema de la falta de suministro eléctrico en la localidad de Paruque bajo-Sector La Tuna a través del aprovechamiento de la energía renovable proveniente de la radiación solar, fomentando al uso de las energías renovables no convencionales como medio de generación de energía eléctrica y aportando de esta forma a la conservación del medio ambiente.

1.5.1. Justificación tecnológica

A nivel tecnológico, la generación de energía eléctrica a través de un sistema fotovoltaico, para fomentar nuevas investigaciones en el avance tecnológico en el uso de energías no convencionales.

1.5.2. Justificación económica

A nivel económico, el acceso al suministro de energía eléctrica tendrá un impacto positivo para el desarrollo de las actividades productivas, comerciales y turísticas en la localidad.

1.5.3. Justificación Ambiental

A nivel ambiental, se justifica la generación de energía para el suministro de energía eléctrica a través de un sistema solar fotovoltaico debido al beneficio que contribuye al medio ambiente al no producir emisiones de gases CO₂.

1.5.4. Justificación social

A nivel social, esta se justifica porque el acceso al suministro de energía eléctrica nos permitirá cubrir una de las principales necesidades básicas en la localidad, aportando al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

1.6. Hipótesis

La implementación de un sistema fotovoltaico que permitirá el suministro de energía eléctrica de la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna.

1.7. Objetivos

1.7.1. General

Proponer el diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna.

1.7.2. Específicos

- Realizar un estudio de la demanda de energía eléctrica en la localidad utilizando encuestas de consumo de energía.
- Caracterizar el nivel radiación solar en el lugar mediante fuentes de entidades.

- Cálculo y Diseño del Sistema Fotovoltaico considerando Normatividad.
- Evaluación económica del sistema fotovoltaico.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Para el desarrollo de esta investigación se va utilizar el diseño del tipo No Experimental-Aplicada-descriptiva.

Investigación Aplicada: Porque se hará uso de los conocimientos y bases teóricas de la ingeniería para realizar el diseño del sistema fotovoltaico.

Investigación Descriptiva: Porque se describe las características de los componentes seleccionados y las variables en estudio tal y como se presentan en la realidad.

Diseño No Experimental: Debido a que no se van a manipular las variables.

Figura N° 1: Diseño de Estudio



Dónde:

M1: Las viviendas de la localidad de Paruque Bajo-Sector la Tuna.

O1: Suministro de energía eléctrica.

2.2. Variables y operacionalización

Variable Dependiente

Diseño de un sistema fotovoltaico

Variable Dependiente

Suministro de energía eléctrica a la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna

2.2.1. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente: Sistema Fotovoltaico	“viene a ser un conjunto de dispositivos que mediante la energía generala por el sol se convierte en energía eléctrica” (QuimiNet, 2011).	Se produce energía eléctrica por medio de la radicación solar.	Radiación solar (kw/m2)	Razón
			Potencia del panel solar (Wp)	
			Voltajes maximos de conexión de paneles en serie y paralelo (V)	
			Intensidad máxima de entrada y salida del regulador (A)	Razón
			Capacidad del banco de baterías (Ah)	
			Cable conductor (mm2)	
Dependiente: Suministro de Energía Eléctrica	Conjunto de instalaciones que brindan la alimentación de la energía eléctrica de tal manera que es segura y alcanza el punto de entrega (CNE, 2011)	Es la energía eléctrica que se distribuye utilizando dispositivos y conductores eléctricos para la población usuaria.	Demanda de energía eléctrica de la población (kWh)	Razón
			Potencia eléctrica requerida (kW)	Razón

2.3. Población, muestra y muestreo.

Población:

La población objeto del presente estudio se encuentra conformado por los pobladores de la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna para cual se cuenta con 20 viviendas que conforman el padrón de beneficiarios.

Muestra:

El muestreo considerado para el presente proyecto de investigación será del tipo no probabilístico debido que los usuarios serán considerados de acuerdo al interés de la investigación para obtener la información necesaria para ejecutar el proyecto.

Para lo cual se cuenta con 20 viviendas hacer un registro de recolección para obtener la información referente al consumo eléctrico de cada vivienda considerada como muestra.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se presenta los instrumentos a utilizar en la presente investigación de tal manera que el instrumento debe ser validado por un especialista.

TÉCNICAS DE OBSERVACIÓN

Encuesta

La encuesta está determinada para conseguir datos de las personas que son de interés para el investigador, para lo cual a diferencia de la entrevista se hace uso de una lista de preguntas escritas para conseguir dicha información.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN

Hoja de encuesta

Se realiza la encuesta a los pobladores que constituyen la localidad de Paruque Bajo-Sector la Tuna con el objetivo de conocer las necesidades de la población referente al consumo de energía eléctrica y la situación actual de los pobladores

y de esa manera poder tener los alcances para nuestro diseño de suministro de energía eléctrica. Se alcanza la Hoja de encuesta utilizada y su respectiva validación en los Anexos (03,04 y 05).

2.5. Métodos de análisis de datos

El método que se ha considerado en este proyecto es el método deductivo, ya que el resultado de lo vamos a lograr se halla implícito en la premisa. Por lo tanto se dice que pasamos de lo general a lo particular.

Por medio de la indagación recopilada sobre la disposición que encontramos en la localidad de Paruque Bajo-Sector la Tuna que con respecto al problema de que no se cuenta con electricidad, se buscaron sistemas adecuados que logren generar energía eléctrica para dicha población.

Se va hacer uso de técnicas estadísticas descriptivas como porcentajes, promedios, diagrama de barra generando cuadros y gráficos por el programa Excel, teniendo en cuenta los resultados de las encuestas para el diseño de la generación de energía eléctrica mediante la energía fotovoltaica.

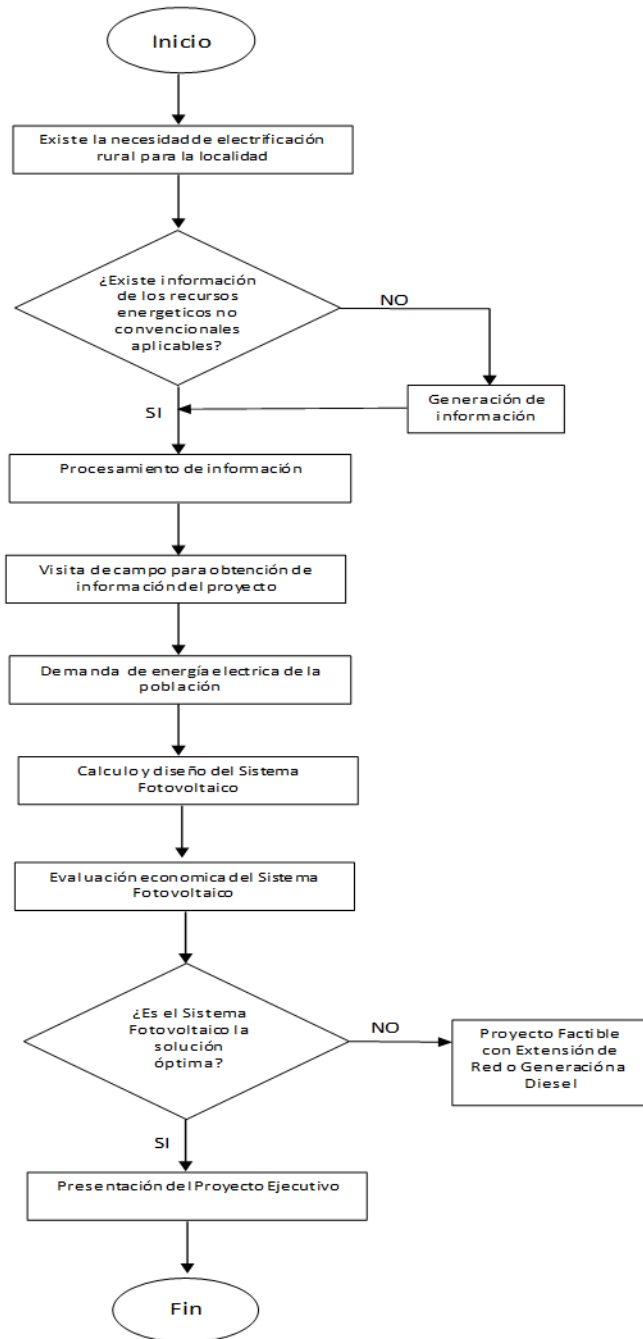
2.6. Aspectos Éticos

Se realizó una búsqueda en fuentes de información confiable.

Analizando nuestra información obtenida podemos relacionarlo para la realización de este proyecto.

En la presente investigación se respetó la propiedad intelectual y la veracidad del proyecto de investigación, lo cual garantiza que la información de la presente investigación es propia.

Procedimiento



III. RESULTADOS

3.1. Estudio de la máxima demanda en la localidad de Paruque Bajo-Sector La tuna del Distrito de Julcán

Parámetros principales para la estimación de la demanda energética.

1.- Abonados Domésticos (AD)

Tabla 1: Número de Abonados Domésticos de la localidad

Localidad	A.D.	Total de Habitantes
Paruque Bajo-Sector La Tuna	20	69

Fuente: Elaboración Propia

2.- Personas por hogar en la localidad

Tabla 2: Personas por hogar en el área rural

Localidad	A.D.	Personas/Hogar
Paruque Bajo-Sector La Tuna	20	3.45

Fuente: Elaboración Propia

3.- Consumo de energía por Abonado Domestico en la localidad

Tabla 3: Cuadro de consumo por Abonado

Descripción	Unid	Potencia (W)	Potencia total (W)	Uso diario (h)	En Descripción ergía (Wh-día)	Ene Descripción rgía (Kw-h/mes)
Iluminación interior	3	15	45	5	225	6.75
Radio	1	15	15	5	75	2.25
Televisor	1	120	120	3	360	10.8
Cargador de celular	1	10	10	2	20	0.6
Total			190	15	680	20.4
CARGAS DE ABONADOS DOMESTICOS						
Energía	20.4			Kw-h/mes		
Potencia	0.19			Kw		

Fuente: Elaboración Propia

4.- Tasa de crecimiento de la población (r%)

Para la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna se ha considerado población proyectada con una tasa de crecimiento intermensual de 1.25%, según censo del INEI.

5.- Tasa de crecimiento de los consumos de energía por abonado doméstico (l%)

Teniendo en cuenta el tipo de localidad, se ha considerado una tasa de crecimiento de consumo de 1.5%, siendo utilizada para la elaboración de proyectos de inversión según las tasa de crecimiento indicadas por la información histórica de la empresa concesionaria relacionada con PIP similares.

Tabla 4: Cuadro de consumo por Abonado

LOCALIDAD	Tipo I	Tipo II
Tasa de crecimiento de consumo de energía	1.5% a 2%	1 a 1.5%

Fuente: Elaboración propia

6.- Estimación de la demanda inicial

Tabla 5: Variables para la estimación de la demanda

Indicador	Valor
Población a electrificar (encuesta)	69
Abonado doméstico	20
N° de abonados totales	20
% de abonados doméstico	100%
Grado de electrificación	100%
Localidad	Tipo V
Calificación eléctrica (W/lote)	200

Población Total inicial	69
Personas por hogar	3.45
Consumo unitario de Abonados Domésticos (kwh/año)	244.80
Tasa de crecimiento de la población	1.25%
Porcentaje de pérdidas de energía	7%
Tasa de crecimiento de los consumos de energía por abonados	1.50%

Fuente: Elaboración Propia

7.- Consumo mensual de alumbrado público

Para determinar el consumo de alumbrado público mensual se determinara de la sgte manera:

$$\text{CMAP} = \text{KALP} \times \text{NTA}$$

Dónde:

KALP: Factor de Alumbrado público en kW-h/usuario-mes: 6.3

NTA: Número total de abonados: 20

$$\text{CMAP} = 6.3 \times 20$$

$$\text{CMAP} = 126 \text{ kWh/mes}$$

Tabla 6: Consumo de Alumbrado Público

Sector típico Distribución	KALP (kW-h/usuario-mes)	Potencia de lámpara vapor de sodio (w)	Total mensual (kW-h/usuario-mes)	Total anual (kW-h/usuario-mes)
SER	6.3	60	126	1512

Fuente: Elaboración Propia

8.- Puntos de iluminación

Para calcular los puntos de iluminación pública se determinara de la sgte manera:

$$PI = CMAP * 1000 / (360 * PPL)$$

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público: 126 kW-h/mes

PPL: Potencia de la lámpara: 60 W

Donde:

$$PI = 126 * 1000 / (360 * 60)$$

$$PI = 5.8 \approx 6$$

9.- Estimación de los consumos dentro de 20 años

La proyección de la población de la localidad se proyectó incrementando la tasa de crecimiento poblacional a la inicial.

$$P_x = P_o(1 + i)^n$$

Dónde:

Px: Población para el año 2038ndblación para el año 2038.

Po: Población para el año de referencia: 69

i: Tasa de crecimiento intercensos: 1.25%

n: Número de años: 20

Se determinó el incremento de la población en una proyección de 20 años.

Tabla 7: Consumos Totales Domésticos

AÑO	CUAD INICIAL	CUAD PROY	NAD	CONSUMO TOTAL DOMESTICO (kWh-año)
2019	244.8	248.47	20	5032
2020	248.47	252.20	21	5171
2021	252.20	255.98	21	5314
2022	255.98	259.82	21	5461
2023	259.82	263.72	21	5612

2024	263.72	267.67	22	5768
2025	267.67	271.69	22	5927
2026	271.69	275.77	22	6092
2027	275.77	279.90	22	6260
2028	279.90	284.10	23	6434
2029	284.10	288.36	23	6612
2030	288.36	292.69	23	6795
2031	292.69	297.08	24	6983
2032	297.08	301.53	24	7176
2033	301.53	306.06	24	7375
2034	306.06	310.65	24	7579
2035	310.65	315.31	25	7789
2036	315.31	320.04	25	8005
2037	320.04	324.84	25	8226
2038	324.84	334.66	26	8581

Fuente: Elaboración Propia

CUAD: Consumo Unitario domestico

NAD: Número de abonados domésticos

Tabla 8: Consumos Totales de Alumbrado Público

AÑO	KALP	NAD	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)	CONSUMO ANUAL (kWh- año)	PPL (W)	PI
2019	6.3	20	127.58	1530.90	60	6
2020	6.3	21	129.17	1550.04	60	6
2021	6.3	21	130.78	1569.41	60	6
2022	6.3	21	132.42	1589.03	60	6
2023	6.3	21	134.07	1608.89	60	6
2024	6.3	22	135.75	1629.00	60	6
2025	6.3	22	137.45	1649.37	60	6
2026	6.3	22	139.17	1669.98	60	6
2027	6.3	22	140.90	1690.86	60	7
2028	6.3	23	142.67	1711.99	60	7
2029	6.3	23	144.45	1733.39	60	7
2030	6.3	23	146.26	1755.06	60	7

2031	6.3	24	148.08	1777.00	60	7
2032	6.3	24	149.93	1799.21	60	7
2033	6.3	24	151.81	1821.70	60	7
2034	6.3	24	153.71	1844.47	60	7
2035	6.3	25	155.63	1867.53	60	7
2036	6.3	25	157.57	1890.87	60	7
2037	6.3	25	159.54	1914.51	60	7
2038	6.3	26	161.54	1938.44	60	7

Fuente: Elaboración Propia

10.- Máxima demanda Totales de la Localidad

Para la determinación de la máxima demanda y consumo de energía eléctrica proyectados, se consideró lo sgte:

Porcentaje de pérdidas de energía: 7%

Factor de carga: 20%

Teniendo que utilizar las sgtes formulas:

Energía total requerida=Consumo total/ (1-%perdidas)

Máxima demanda= Energía total requerida/ (fc*8760)

Tabla 9: Cuadro de Consumos totales y máxima demanda para la localidad

año	Consumo total doméstico (kWh-año)	Consumo total alumbrado público (kWh-año)	Consumo total de energía (kWh-año)	Consumo total requerida (kW-año)	Máxima demanda (kW)
2019	5032	1531	6562.46	7056.41	4.03
2020	5171	1550	6720.91	7226.78	4.12
2021	5314	1569	6883.45	7401.56	4.22
2022	5461	1589	7050.20	7580.86	4.33
2023	5612	1609	7221.27	7764.80	4.43
2024	5768	1629	7396.77	7953.52	4.54
2025	5927	1649	7576.83	8147.13	4.65
2026	6092	1670	7761.56	8345.77	4.76

2027	6260	1691	7951.10	8549.57	4.88
2028	6434	1712	8145.57	8758.67	5.00
2029	6612	1733	8345.09	8973.22	5.12
2030	6795	1755	8549.82	9193.36	5.25
2031	6983	1777	8759.89	9419.24	5.38
2032	7176	1799	8975.44	9651.01	5.51
2033	7375	1822	9196.63	9888.84	5.64
2034	7579	1844	9423.59	10132.89	5.78
2035	7789	1868	9656.49	10383.33	5.93
2036	8005	1891	9895.49	10640.32	6.07
2037	8226	1915	10140.76	10904.04	6.22
2038	8581	1938	10519.26	11311.04	6.46

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro está basado en la guía para la formulación de proyectos de inversión de electrificación rural - Dirección de Inversión Pública DGPI – MEF.

De los resultados podemos decir que para el año 20 (2038) será el consumo anual de energía eléctrica igual a 11311.04 kW-h/año, el consumo diario de energía eléctrica será de 30.99 kW-h/día y la máxima demanda en el mismo año será de 6,46 kW.

3.2. Determinación del nivel de radiación solar en la localidad

Para obtener el valor de la radiación solar promedio hemos considerado dos fuentes los cuales se detallan a continuación:

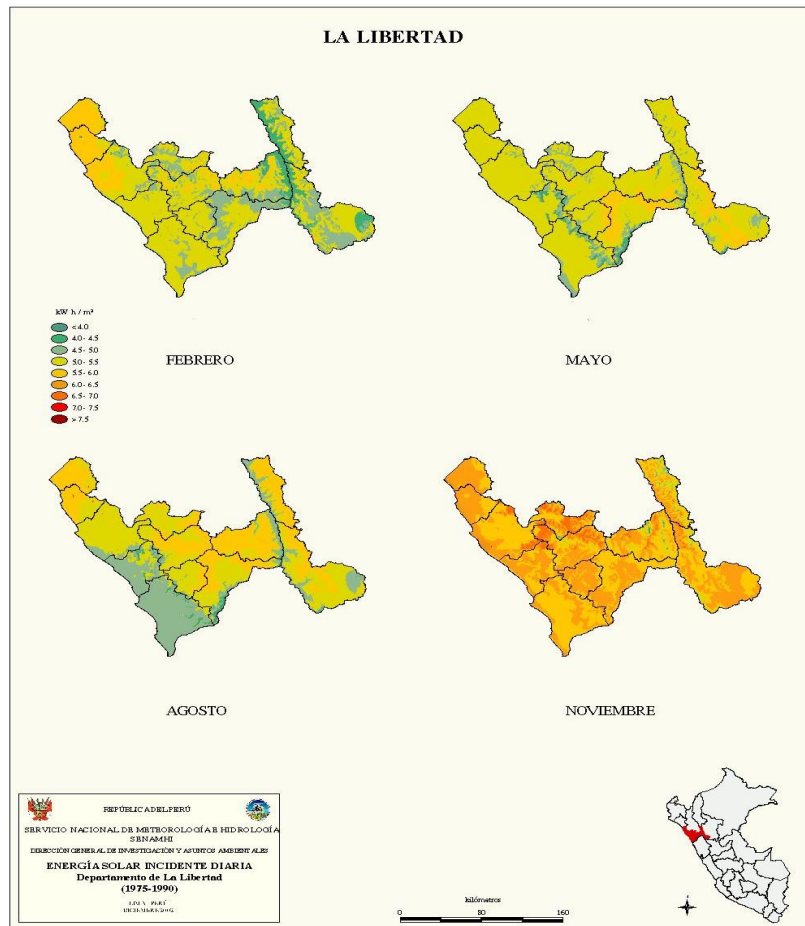


Figura 15: Mapa de irradiancia-Departamento de la Libertad

Fuente: (Deltavolt, 2010)

Radiación solar en la provincia de Julcán usando el atlas solar:

Del atlas de radiación solar del SENAMHI, que detalla en la figura, se puede observar el rango del valor mínimo de radiación solar promedio oscila entre 4,0 kWh/m2/día a 5 kWh/m2/día, con un promedio de 4,5 kWh/m2/día.

Radiación solar de la ubicación del Sector La Tuna consultando página de la NASA:

El instrumento usado para determinar la posición de nuestra central se recurrió al uso de un GPS marca Garmin y modelo GPSmap 60 (se adjunta características en anexo 06).

A partir de los datos de latitud y longitud obtenidos en campo se procedió a buscar la información de la radiación solar consultando en la página web de la NASA ([HTTPS//oeosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/grid.cgi](https://oeosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/grid.cgi)).

El proceso de los datos ingresados a la NASA nos indica los valores diarios promedios mensuales con una antigüedad de los últimos 22 años, a utilizar en el dimensionamiento del sistema fotovoltaico propuesto, se tomó la radiación del mes más bajo, que se logró obtener siendo el mes de Julio con un valor de 4,47 kW-h / m² / día.

Tabla 10: Niveles de radiación mensual promedio del Sector La Tuna-Julcán

Promedio Mensual Normal de la radiación directa (kWh/m ² /día)													
Latitud -8.116 Longitud -78.439 Promedio de 22 años	FEB	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual Media
	6.39	6.40	6.59	6.17	5.35	4.48	4.47	4.74	5.27	5.99	6.43	6.55	5.73

Fuente: Elaboración propia

UBICACIÓN DE LA CENTRAL SOLAR

Se determinó la instalación de una central solar y la ubicación se tendrá en cuenta considerando la situación demográfica en la localidad, asimismo teniendo en cuenta el estado del terreno donde estará instalada.

La Central solar se ubicará según las coordenadas UTM (WGS 84): Este: 782190,06 Norte: 9101932.12.



Figura 16: Ubicación geográfica de la central fotovoltaica

Fuente: (Google Earth, 2017)

Orientación del Generador Fotovoltaico

Para la orientación del generador fotovoltaico, según el reglamento técnico RD 003-2007-EM/DGE, el valor de la inclinación de los paneles solares será obtenida de sumarle a la latitud más 5° , considerando que la ubicación de la central solar está en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud $8^{\circ}6' 51,594''$ y Longitud: $78^{\circ} 26' 7,332''$, entonces el mínimo grado de inclinación será de 13; Finalmente por facilidad constructiva de la estructura que portará los módulos, se elegirá la inclinación de 15° .

Tabla 11: Inclinación de paneles solares

Latitud	Mínimo grado de inclinación
Igual o menor a 5°	10°
Mayor a 5°	Latitud del lugar mas 5°

Fuente: (MINEM, 2007)

Calculo de las Horas Solares Pico

El obtener el nivel de radiación solar que se produce en la localidad donde se va a realizar la instalación es determinante para conocer la energía solar disponible así como para analizar el comportamiento de los componentes del sistema fotovoltaico.

$$HSP = \frac{G}{I_{CEM}}$$

Donde,

G , es la irradiación solar media diaria de las horas del mes crítico (en este caso julio), siendo su valor 4.47 kWh/m²

I_{CEM} , es la potencia de radiación incidente, en W/m², para las condiciones estándar de medida (CEM) siendo su valor 1000 W/m².

$$HSP = 4.47 \text{ h}$$

Esto nos indica que la irradiación solar existente equivale a un día que tuviera 4.47 horas de sola a 100 W/m² y el resto del día no hubiera nada radiación solar.

3.3. Determinación Cálculo y Diseño del Sistema Fotovoltaico.

Para el diseño fotovoltaico se utilizara un consumo estimado diario en localidad al año 20 igual a 30.99 Kwh.

El valor antes mencionado de consumo no contempla las pérdidas localizadas en los componentes situados entre los generadores solares y la instalación eléctrica de la vivienda, siendo estos dispositivos el regulador, las baterías y el inversor de corriente.

Cálculo del Rendimiento Global (R)

$$R = \left[(1 - Kb - Kc - Kv) * Ka * \frac{N}{Pd} \right] - Kb - Kc - Kv$$

Dónde:

K_b : Pérdida por rendimiento en la batería: 0.05 (Acumuladores nuevos)

K_c : Pérdida en el inversor: 0.05 (Baterías estacionarias de energía solar)

K_v : Pérdidas diversas: 0.05

K_a : Pérdidas por autodescarga: 0.005 (Baterías estacionarias de energía solar)

P_D : Profundidad de descarga de la batería: 0.75 (Batería descargada hasta el 75%)

N : Número de días de autonomía: 3

$R = 0.78$

Cálculo de la Energía a distribuir en corriente alterna ($L_{md,AC}$)

$$L_{md,AC} = \frac{ET_{20}}{R}$$

Dónde:

ET_{20} : Energía diaria a distribuir en el año 20: 30.99 kW-h/día

R : Rendimiento Global: 0.78

$L_{md,AC} = 39.73$ kW-h/día

Cálculo de la Energía Total a Distribuir (L_{md})

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{n_{inv}}}{n_{bat} * n_{con}}$$

Dónde:

$L_{md,DC}$: Energía real a distribuir en DC: 0

$L_{md,AC}$: Energía real a distribuir en AC: 39.73 kW-h/día

n_{inv} : Eficiencia del inversor: 0.95

n_{bat} : Eficiencia de la batería: 0.95

n_{con} : Eficiencia de la conducción: 1

$$L_{md} = 44.02 \text{ kW-h/día}$$

Cálculo del Número de Módulos (N_{mod})

Para el cálculo de la cantidad de paneles solares necesarios para cumplir con la demanda eléctrica necesaria para la localidad, se empleará la expresión siguiente en función de las horas pico y tipo de panel solar que se vaya a instalar:

$$N_{mod} = \frac{L_{md}}{P_{MP} * HSP_{crit} * PR}$$

Dónde:

L_{md} : Energía real a distribuir: 44.02 kW-h/día

P_{MP} : Potencia de cada módulo: 320 Wp

HSP_{crit} : Hora pico solar crítica: 4.47 horas

PR : Eficiencia de cada panel: 0.9

$$N_{mod} = 34.1 = 34 \text{ paneles}$$

Conexión de los paneles solares

Conexión en serie:

$$N_S = \frac{V_{SIST}}{V_{PANEL}}$$

Dónde:

V_{SIST} : Tensión nominal del sistema: 24 V

V_{PANEL} : Tensión nominal del módulo: 36.2 V

$$N_S = 0.66 = 1$$

Conexión en paralelo:

$$N_p = \frac{N_T}{N_S}$$

Dónde:

N_T : Número total de paneles: 34

N_s : Número de módulos en serie: 1

$$N_p = 34$$

Resultando, $N_{mod} = 34$

Se están considerando 34 paneles solares. del tipo Modulo cristalino CSUN320-72P.

Ver Ficha técnica del Panel seleccionado en el Anexo 07.

Calculo del regulador de carga

Corriente de entrada al regulador.

$$I_{entrada} = 1.25 * I_{mod,sc} * N_p$$

Dónde:

$I_{mod,sc}$: Intensidad de cortocircuito del módulo: 9.17 A

N_p : Número de Paneles en paralelo: 34

El factor de seguridad del regulador: 1.25

$$I_{entrada} = 389.97 \text{ A}$$

Corriente de salida del Regulador:

$$I_{salida} = \frac{1.25 * (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{n_{inv}})}{V_{BAT}}$$

Dónde:

n_{inv} : Eficiencia del Inversor: 0.95

V_{BAT} : Voltaje de la Batería: 24 v

P_{DC} : Potencia instalada en DC: 0

P_{AC} : Potencia instalada en AC: 4779 W

$$I_{salida} = 262.01 \text{ A}$$

La cantidad de reguladores para la instalación vienen terminados por la siguiente expresión:

$$N_{reguladores} = \frac{I_{Re}}{I_{MAX,e}}$$

Dónde:

I_{Re} : Intensidad máxima de regulador: 389.97 A

$I_{MAX,e}$: Intensidad máxima de entrada del regulador: 70 A

$$N_{reguladores} = 6$$

Se va a considerar para el regulador de cargar de la marca VICTRON, modelo MPPT blue solar 150 V 70 A.

Ver Ficha técnica del acumulador seleccionado en el Anexo 08.

El generador fotovoltaico diseñado estará distribuido en 34 ramales en paralelo, con 6 modulos por cada ramal, por lo que la instalación será dividida en 6 grupos de 6 ramales cada uno, alimentando cada grupo a un regulador distinto y después conectado todas las salidas al mismo banco de baterías.

Cálculo de las baterías

C_n : Capacidad nominal del banco de baterías: (Ah)

L_{md} : Energía media diaria: 44.02 kW-h/día

n : Periodo de autonomía: 3 días

V_{BAT} : Voltaje de la batería: 12 V

$PD_{max,e}$: Profundidad de descarga máxima estacional: 75 %

PD_{max} : Profundidad de descarga máxima: 25%

Consumo de energía media en Ah/día:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}}$$

$$Q_{Ah} = 3668.33 \text{ Ah}$$

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima (C_{nd}):

$$C_{nd} = \frac{Q_{Ah}}{PD_{MAX,d}}$$

$$C_{nd} = 14673.33 \text{ Ah}$$

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima (C_{nd}):

$$C_{ne} = \frac{Q_{Ah} * n}{PD_{MAX,de}}$$

$$C_{ne} = 14673.32 \text{ Ah}$$

El número de baterías necesarias para instalar vendrá dado por la siguiente expresión:

$$C_{BAT} = \frac{C_n}{A_h}$$

$$C_{BAT} = 56$$

Se consideran 56 baterías de 260 Ah 12 v

La batería seleccionada es de la marca UPower, modelo UP-GC12TOP

Ver Ficha técnica de la batería seleccionada en el Anexo 09.

Selección del inversor

La potencia del inversor debe ser mayor a 1.2 veces de la potencia de las cargas de las cargas de alterna.

$$P_{inv} = 1.2 * P_{AC}$$

Dónde:

P_{AC} : Potencia: 4779 W

$$P_{inv} = 5734,8 \text{ W}$$

En ese sentido utilizaremos (01) inversor de 6000 W.

La batería seleccionada es de la marca INGECON modelo Sun 1PLAY 6TL M.

Ver Ficha técnica del inversor seleccionado en el Anexo 10.

De los cálculos realizados se obtuvo lo sgte:

Tabla 12: Componentes del sistema fotovoltaico

DESCRIPCION	CANTIDAD
Panel Solar 72 Celdas 320Wp 24v Policristalino Csun	34
Controlador Blue Solar MPPT 150 I 70 Tr	6
Batería 260Ah 12V UPower, UP-GC12TOP	56
Inversor INGECON modelo Sun 1PLAY 6TL M	1

Fuente: Elaboración Propia

En el sgte gráfico, se tiene un comparativo entre las energías que generaría el sistema fotovoltaico y los consumos proyectados de los pobladores de la localidad de la Tuna.

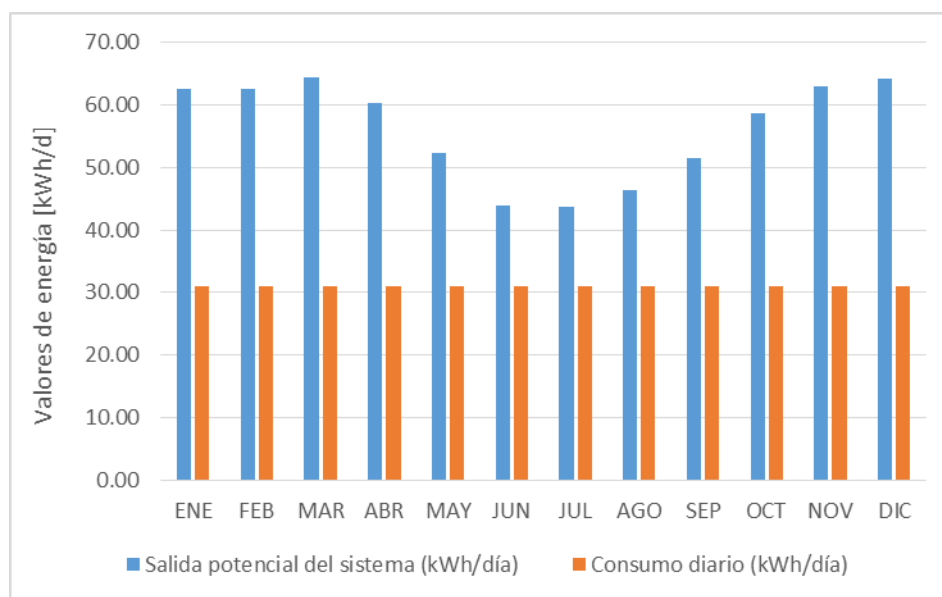


Figura 17: Valores mensuales de energía del sistema fotovoltaico

Fuente: (Elaboración propia)

Cálculo y selección de conductores eléctricos

Cada uno de los tramos que conforman la instalación tendrá una sección diferente de los conductores, esto debido que la intensidad de corriente que circula por cada uno de ellos es variable dependiendo de los equipos que se interconecten.

Todos los tramos en corriente continua se van a componer de conductores activos (positivo y negativo) en cable de cobre con aislamiento 0.6/1 kV y cubierta en PVC.

El cálculo de sección de cable en los diferentes tramos donde circula la corriente continua y que viene desde la salida de los bornes de la caja de conexión los paneles solares hasta la entrada en el inversor, se realizó de la siguiente manera:

Calculo de la sección mínima del conductor para el tramo paneles al regulador

$$S = 2 * \frac{L * I}{\Delta V * K}$$

Dónde:

L: Longitud del cable conductor en ese tramo: 8m

$I = 1.25 * N_{panel} * I_{sc}$: Corriente que pasa por el conductor

$\Delta V = \Delta V\% * V_{MP}$: Caída de tensión en conductor

K: Conductividad 56 m/ Ohm.mm²

Cálculo de la caída de tensión del tramo paneles – regulador

$$\Delta V = \Delta V\% * V_{MP}$$

Dónde:

$\Delta V\%$: Caída de tensión en tanto por ciento: 1.5%

V_{MP} : Tensión nominal de los módulos: 36.2 V

$$\Delta V = 0.54 \text{ V}$$

Cálculo de la Intensidad máxima que debe soportar el tramo paneles – regulador

$$I_{MAX\ mf} = 1.25 * I_{sc} * N_{ramas\ en\ paral-regulador}$$

Donde:

I_{sc} : Corriente de cortocircuito del panel utilizado: 9.17 A

$$N_{ramas\ en\ paral-regulador} = 6$$

1.25: Factor de sobredimensionamiento para cubrir el exceso de corriente e circuito debido al aumento de la irradiancia y temperatura.

$$I_{MAX\ mf}=68.77\text{ A}$$

Reemplazando:

$$S = 2 * \frac{8 * 68.77}{0.54 * 56}$$

$$S = 36.38\text{ mm}^2$$

El valor de la sección normalizada de cable superior es de 50 mm²

Cálculo de la sección mínima del conductor para el tramo regulador – baterías

$$S = 2 * \frac{L * I}{\Delta V * K}$$

Dónde:

L: Longitud del cable conductor en ese tramo: 5m

$I = 1.25 * N_{panel} * I_{sc}$: Corriente que pasa por el conductor

$\Delta V = \Delta V\% * V_{MP}$: caída de tensión en conductor

K: Conductividad 56 m/Ohm.mm²

Cálculo de la caída de tensión del tramo paneles – regulador

$$\Delta V = \Delta V\% * V_{MP}$$

Dónde:

$\Delta V\%$: Caída de tensión en tanto por ciento: 1.0%

V_{MP} : Tensión nominal de los módulos: 36.2 V

$$\Delta V=0.36\text{ V}$$

Cálculo de la Intensidad máxima que debe soportar el tramo paneles – regulador

$$I_{MAX\ mf} = 1.25 * I_{sc} * N_{ramas\ en\ paral-regulador}$$

Donde:

$I_{sc\ mf}$: Corriente de cortocircuito del panel utilizado: 9.17 A

$$N_{ramas\ en\ paral-regulador}=6$$

1.25: Factor de sobredimensionamiento para cubrir el exceso de corriente e corto circuito debido al aumento de la irradiancia y temperatura.

$$I_{MAX\ mf}=68.77\text{ A}$$

Reemplazando:

$$S = 2 * \frac{3 * 68.77}{0.36 * 56}$$

$$S = 20.47\text{ mm}^2$$

La sección normalizada que es superior a la encontrada es de 25 mm².

Cálculo de la sección mínima del conductor para el tramo regulador – inversor

$$S = 2 * \frac{L * I}{\Delta V * K}$$

Dónde:

L: Longitud del cable conductor: 3 m

$I = 1.25 * N_{panel} * I_{sc}$: Corriente que pasa por el conductor

$\Delta V = \Delta V\% * V_{MP}$: Caída de tensión en el conductor

K: conductividad 56 m/ohm.mm²

Cálculo de la caída de tensión del tramo paneles – regulador

$$\Delta V = \Delta V\% * V_{MP}$$

Dónde:

$\Delta V\%$: Caída de tensión en tanto por ciento: 1.0%

V_{MP} : Tensión nominal de los módulos: 36.2 V

$$\Delta V=0.36\text{ V}$$

Cálculo de la Intensidad máxima que debe soportar el tramo paneles – regulador

$$I_{ca} = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

Donde:

P: Potencia en alterna máxima del inversor seleccionado a su salida: 6000 W

V : Tensión de línea de red interior de la vivienda: 230 V

$\cos\varphi$: es el factor de potencia: 1

$$I_{ca}=26.08 \text{ A}$$

Siendo la intensidad en corriente continua (I_{cc}) determinada por la siguiente expresión:

$$I_{cc} = 1.25 * \frac{I_{ca}}{n_{inv}}$$

Donde:

I_{ca} : Es la intensidad de corriente alterna de salida del inversor: 26.08 A

n_{inv} : es el rendimiento del inversor: 0.96

1.25: Factor de sobredimensionamiento para cubrir el exceso de corriente e corto circuito debido al aumento de la irradiancia y temperatura

$$I_{cc}= 33.96 \text{ A}$$

Por lo tanto, la sección del cable será calculado de la siguiente manera:

Reemplazando:

$$S = 2 * \frac{3 * 33.96}{0.36 * 56}$$

$$S = 10.11 \text{ mm}^2$$

La sección normalizada superior a considerar sera igual a 16 mm².

Siendo seleccionado el Cable unifilar POWERFLEX RV-K.

Ver Ficha técnica del cable seleccionado en el Anexo 11.

Tabla 13: Intensidades de corriente y secciones de cable en tramos DC

tramo	longitud del tramo (m)	Intensidad de corriente del tramo (A)	Sección mínima de cable (mm ²)	Sección de cable seleccionada (mm ²)
-------	------------------------	---------------------------------------	--	--

Paneles con Regulador	8.0	68.77	36.38	50
Regulador con Baterías	3.0	68.77	23.88	25
Regulador con Inversor	3.0	33.96	10.11	16

Fuente: Elaboración Propia

Pozo a tierra

Según el reglamento técnico para sistemas fotovoltaicos promovido por el Ministerio de energía y minas, este deberá considerar en su instalación como mínimo una puesta a tierra, donde el valor de la resistencia eléctrica máxima debe ser de 20 ohmios.

3.4. Evaluación económica del sistema fotovoltaico.

Tabla 14: Presupuesto de la Central Solar

METRADO Y PRESUPUESTO					
Ítem	Descripción	Und.	Cantidad	P. Unitario (s/.)	P. Total (s/.)
1.0	Suministro de materiales				
1.1	Módulo fotovoltaico	und.	34	S/. 780.00	S/. 26,520.00
1.2	Baterías	und.	56	S/. 1,450.00	S/. 81,200.00
1.3	Regulador	und.	6	S/. 3,500.00	S/. 21,000.00
1.4	Inversor de CC a CA	und.	1	S/. 6,000.00	S/. 6,000.00
1.5	Cables, Tableros, accesorios de protección	Glb	1	S/. 3,500.00	S/. 3,500.00
1.6	Soportes	Glb	1	S/. 4,000.00	S/. 4,000.00
1.7	Pozo a tierra	Glb	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
1.8	Caseta y cerco perimetral	Glb	1	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
2.0	Mano de Obra				
2.1	Costo de Montaje e Instalación	Glb	1	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
3.00	TRANSPORTE				
3.1	Costo de transporte de materiales	Glb	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00

COSTO TOTAL	S/. 155,220.00
--------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Presupuesto de red secundaria

PRESUPUESTO REFERENCIAL-RED SECUNDARIA		
Ítem	Descripción	P. Total (S/.)
1	SUMINISTRO DE MATERIALES	S/. 31,808.69
2	MONTAJE	S/. 12,309.61
3	TRANSPORTE	S/. 1,244.45
COSTO TOTAL		S/. 45,362.75

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de presupuesto de red secundaria (ver anexo 12).

Tabla 16: Presupuesto de total de inversión

PRESUPUESTO TOTAL	
CENTRAL DE ENERGÍA SOLAR	S/. 155,220.00
RED SECUNDARIA	S/. 45,362.75
COSTO TOTAL	S/. 200,582.75

Fuente: Elaboración propia

Determinación del costo del kW-h que se ha generado

Para determinar el costo del kW-h generado lo vamos a determinar con la siguiente formula.

$$LCOE = \frac{\sum \frac{i + M_t}{(1 + r)^t}}{\sum \frac{E}{(1 + r)^t}}$$

Donde:

t= tiempo de vida estimada de la instalación: 20 años

i=inversión inicial: S/. 155,220.00

M_t =costos de operación y mantenimiento: S/. 10,000.00

E= Energía generada durante la vida del sistema: 179282.35 kWh

r=Tasa de descuento: 0.12

Tabla 17: Costo del kWh generado

AÑO	$(i+M_t)/(1+r)^t$	$E/(1+r)^t$
1	147518	160073.5271
2	131712	142922.7921
3	117600	127609.6358
4	105000	113937.1748
5	93750	101729.6203
6	83706	90830.01817
7	74737	81098.23051
8	66730	72409.13438
9	59580	64651.01284
10	53196	57724.11861
11	47497	51539.39161
12	42408	46017.31394
13	37864	41086.88745
14	33807	36684.72094
15	30185	32754.21512
16	26951	29244.83493
17	24063	26111.45976
18	21485	23313.80336
19	19183	20815.89585
20	17128	18585.6213
LCOE= COSTO S/. kW-h		0.922

Fuente: Elaboración propia

Evaluación Económica a inversión privada

Se realizó un análisis económico a precios de mercado sin ningún subsidio del estado.

1.- Ingresos por año:

Tabla 18: Flujo de ingreso a precios de mercado

AÑO	NAD	CONSUMO TOTAL REQUERIDA (kWh-año)	COSTO UNITARIO (kWh/soles)	FLUJO ANUAL DE INGRESOS (S/.)
2019	20	7056.41	0.92	8128.65
2020	21	7226.78	0.92	8324.92
2021	21	7401.56	0.92	8526.25
2022	21	7580.86	0.92	8732.80
2023	21	7764.80	0.92	8944.70
2024	22	7953.52	0.92	9162.09
2025	22	8147.13	0.92	9385.12
2026	22	8345.77	0.92	9613.94
2027	22	8549.57	0.92	9848.71
2028	23	8758.67	0.92	10089.59
2029	23	8973.22	0.92	10336.74
2030	23	9193.36	0.92	10590.33
2031	24	9419.24	0.92	10850.53
2032	24	9651.01	0.92	11117.52
2033	24	9888.84	0.92	11391.49
2034	24	10132.89	0.92	11672.62
2035	25	10383.33	0.92	11961.11
2036	25	10640.32	0.92	12257.15
2037	25	10904.04	0.92	12560.95
2038	26	11311.04	0.92	13029.79

Fuente: Elaboración propia

Para la venta de la energía a suministrar se debe considerar 25% más del costo por kW-h generado.

2.-Egresos por año:

Tabla 19: Costos de operación y mantenimiento

Costos de Operación	Periodo	Costo x mantenimiento	Costo Anual
Mantenimiento	cada 6 meses	S/. 250.00	S/. 500.00

Fuente: Elaboración propia

3.- Cálculo del VAN y TIR:

Tabla 20: Evaluación económica a precios de mercado

Año	Inversión	Costo de operación y mantenimiento	Ingresos	Flujo Neto
0	200,582.75			-200,582.75
1		500.00	8,128.65	7,628.65
2		500.00	8,324.92	7,824.92
3		500.00	8,526.25	8,026.25
4		500.00	8,732.80	8,232.80
5		500.00	8,944.70	8,444.70
6		500.00	9,162.09	8,662.09
7		500.00	9,385.12	8,885.12
8		500.00	9,613.94	9,113.94
9		500.00	9,848.71	9,348.71
10		108,700.00	10,089.59	-98,610.41
11		500.00	10,336.74	9,836.74
12		500.00	10,590.33	10,090.33
13		500.00	10,850.53	10,350.53
14		500.00	11,117.52	10,617.52
15		500.00	11,391.49	10,891.49
16		500.00	11,672.62	11,172.62
17		500.00	11,961.11	11,461.11
18		500.00	12,257.15	11,757.15
19		500.00	12,560.95	12,060.95
20		500.00	13,029.79	12,529.79

Tasa de Descuento: 12.00%

VAN	-168,414.61
TIR	-5.44%
B/C	0.30

Fuente: Elaboración propia

Con estas consideraciones obtenemos que el VAN tiene un valor negativo y el TIR resultado más bajo que el 12% por lo que el proyecto económicamente no sería rentable durante los 20 años de operación por lo tanto la realización del proyecto no sería viable.

Evaluación Económica a precios sociales:

A través del estado por medio del MEF y a través del SNIP, se buscara la ejecución del proyecto.

1.- Ingresos a precios sociales por año:

Tabla 21: Flujo de ingreso a precios sociales

AÑO	CONSUMO TOTAL REQUERIDA (kWh-año)	FLUJO ANUAL DE INGRESOS (S/.)	Beneficios por iluminación en sierra (s/.)	Beneficios por radio y tv en sierra (s/.)	Beneficios sociales (s/.)
2019	7056.41	8128.65	14395.32	5496.46	23537.16
2020	7226.78	8324.92	14575.26	5565.16	23910.89
2021	7401.56	8526.25	14757.45	5634.73	24291.48
2022	7580.86	8732.80	14941.92	5705.16	24679.10
2023	7764.80	8944.70	15128.69	5776.48	25073.89
2024	7953.52	9162.09	15317.80	5848.68	25476.00
2025	8147.13	9385.12	15509.28	5921.79	25885.59
2026	8345.77	9613.94	15703.14	5995.81	26302.83
2027	8549.57	9848.71	15899.43	6070.76	26727.88
2028	8758.67	10089.59	16098.17	6146.65	27160.90
2029	8973.22	10336.74	16299.40	6223.48	27602.08
2030	9193.36	10590.33	16503.14	6301.27	28051.58
2031	9419.24	10850.53	16709.43	6380.04	28509.60
2032	9651.01	11117.52	16918.30	6459.79	28976.31
2033	9888.84	11391.49	17129.78	6540.54	29451.92
2034	10132.89	11672.62	17343.90	6622.29	29936.61
2035	10383.33	11961.11	17560.70	6705.07	30430.58
2036	10640.32	12257.15	17780.21	6788.88	30934.05
2037	10904.04	12560.95	18002.46	6873.75	31447.21

2038	11311.04	13029.79	18227.49	6959.67	32102.24
------	----------	----------	----------	---------	----------

Fuente propia

2.- Egresos por año:

Tabla 22: costo de operación y mantenimiento

Costos de operación	Periodo	Costo x mantenimiento	Costo Anual
Mantenimiento	cada 6 meses	S/. 250.00	S/. 500.00

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en la evaluación económica anterior se está considerando en el año 10 la reposición de baterías, reguladores e inversor.

3.- Cálculo del VANs y TIRs:

Tabla 23: Evaluación económica a precios sociales

Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto
0	159,669.51			-159,669.51
1		420.00	23,537.16	23,117.16
2		420.00	23,910.89	23,490.89
3		420.00	24,291.48	23,871.48
4		420.00	24,679.10	24,259.10
5		420.00	25,073.89	24,653.89
6		420.00	25,476.00	25,056.00
7		420.00	25,885.59	25,465.59
8		420.00	26,302.83	25,882.83
9		420.00	26,727.88	26,307.88
10		91,308.00	27,160.90	-64,147.10
11		420.00	27,602.08	27,182.08
12		420.00	28,051.58	27,631.58
13		420.00	28,509.60	28,089.60
14		420.00	28,976.31	28,556.31
15		420.00	29,451.92	29,031.92
16		420.00	29,936.61	29,516.61

17		420.00	30,430.58	30,010.58
18		420.00	30,934.05	30,514.05
19		420.00	31,447.21	31,027.21
20		420.00	32,102.24	31,682.24

Tasa Social de Descuento:

8.00%

VANs	53,698.26
TIRs	12.21%
B/C	1.26

Fuente: Elaboración propia

Para esta evaluación económica se debe considerar la tasa social de descuento (TSD) que viene a ser el costo de oportunidad en que incurre el país cuando hace uso de recursos para financiar sus proyectos. En nuestro caso nos resulta que el VANs es positivo y el TIRs es mayor a 8% que es el valor de la Tasa social de descuento ver anexo 13, por lo tanto el proyecto sería viable.

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación se desarrolló en el sector La tuna del distrito de Julcán para ayudar en mejorar las condiciones de vida de los pobladores, contribuyendo al desarrollo del avance de la comunidad, mediante la energía eléctrica, donde no es posible abastecer de energía eléctrica mediante la conexión al sistema convencional eléctrico debido a encontrarse en un lugar aislado; Por lo cual planteamos la instalación de un sistema fotovoltaico aislado para suministrar energía eléctrica a dicha localidad.

Primero se realizó el cálculo de los consumos diarios de la población del Sector La Tuna, teniendo una población de 69 pobladores y 20 viviendas para la cual se realizó una encuesta, siendo el consumo diario proyectado de 30,98 kW-h/día.

Coincidiendo como menciona Tercero (2015) en su tesis, indica que a través de la encuesta aplicada a familias de la comunidad de La Fortuna se determinó, el consumo real y proyectado de cada casa, además la problemática económica que existe en dicha comunidad.

En nuestro proyecto se determinó que los valores del consumo de energía eléctrica y máxima demanda en el primer año será 7,056.41 kW-h y 4.03 kW; para el último año a una proyección a 20 años será de 11,311.04 kW-h y 6.46 kW para lo cual se utilizó la guía elaboración de proyectos de inversión para electrificación rural de acuerdo al ministerio de energía y finanzas coincidiendo con lo desarrollado en la tesis de Bardales (2016).

Es importante mencionar que coincidimos con la tesis de Valdera (2016) para el desarrollo del cálculo de la máxima demanda utilizando un factor de carga igual a 0.20 siendo el promedio para generación de electricidad mediante paneles solares.

El nivel de radiación solar existente en la localidad a considerar para el sistema fotovoltaico proyectado, se determinó según el valor más desfavorable, teniendo en cuenta los datos de la energía solar incidente diaria del departamento de La Libertad considerados por el SENAMHI (2003) y los niveles de radiación solar sobre la base de datos de la NASA durante los últimos 22 años, siendo el más desfavorable en el mes de julio con un valor de 4.47 kWh/día, por lo cual dicho valor se ha utilizado en el diseño y cálculo del presente sistema fotovoltaico.

A diferencia de lo manifestado por ODAR (2016) en su tesis en la cual indica que las mediciones fueron realizadas por un pirómetro esto debido a que es una desventaja para la determinación del mes más desfavorable para su punto de irradiación.

El Diseño del Sistema fotovoltaico se realizó teniendo en la máxima demanda proyectada y el nivel de radiación más desfavorable de la localidad, determinando que la central solar estará conformada por 34 paneles de 320 Wp, 56 baterías de 260 Ah/12v, 6 reguladores de carga MPPT 150/70 A y 1 inversor 6000 W-220 V. Dando una potencia instalada del sistema de captación de energía de 9,79 kWp, El cálculo se estableció coincidiendo con lo planteado en Valdera (2016) en el desarrollo de su tesis antes mencionada en los trabajos previos.

Cabe mencionar que en la tesis de Bardales (2016), No especifica el voltaje de las baterías que va utilizar en el cálculo por lo que habría una variación en las cantidades en el diseño y el presupuesto.

También es importante mencionar que la tesis realizada por Soberón (2016), no especifica el cálculo del regulador siendo parte fundamental en el sistema fotovoltaico.

En lo referente a la Evaluación Económica del Proyecto, se ha presupuestado una central solar con un costo total de S/. 200,582.75, sea considerado un horizonte de evaluación de 20 años, en el cuál mediante precios reales para un proyecto privado se obtuvo un determinando un VAN S/. -168,414.61 y un TIR de - 5.44% con lo que el proyecto no sería factible coincidente con la tesis de Soberón (2016).

Por otro lado Bardales (2016) en su tesis manifiesta que luego de realizar el análisis económico sus indicadores VAN y TIR determinaron valores negativos, por lo que concluyó que el proyecto es no factible económicamente, sin embargo menciona que mediante incentivos económicos institucionales o gubernamentales el proyecto podría ser viable.

En el segundo caso de nuestro análisis económico se consideró el Rol Subsidiario del Estado, para la cual según el ministerio de energía y finanzas indica que para los proyectos de inversión se debe considerar una tasa de descuento del 8%, luego se procedió a realizar los cálculos teniendo en cuenta los beneficios sociales que genera la electrificación en la localidad obteniéndose un VANs S/.53,698.26 y un TIRs de 12.21%, por lo que podemos concluir que el proyecto sería factible.

Por lo tanto, los resultados del estudio económico realizado nos indican que el proyecto sin subsidio del estado no sería rentable en el horizonte de tiempo analizado, debido al nivel de ingreso per cápita que tienen los habitantes de la comunidad, por lo que el proyecto debe considerarse en un enfoque a precios

sociales, por lo cual se lograría mejorar la situación de vida de los pobladores en todos los aspectos y de igual manera con la utilización de energías limpias renovables.

V. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al estudio realizado en la población del Sector La Tuna del distrito de Julcán, departamento de la libertad, El Consumo Diario de Energía Eléctrica será de un valor 30,99 kW-h/día asimismo se ha obtenido un valor del consumo de energía eléctrica y máxima demanda en el año uno de 4.03 kW y 7,056.41 kW-h y en el año 20 siendo el último proyectado de 6.46 kW y 11,311.04 kW-h.
2. En nuestra investigación según los alcances de las entidades SENAMHI y NASA se determinaron los niveles de radiación solar durante el año, siendo el más desfavorable en el mes de julio con un valor de 4.47 kWh/día, por lo cual dicho valor se ha utilizado para el dimensionamiento del presente sistema fotovoltaico.
3. Se realizó el diseño del sistema fotovoltaico de acuerdo a la máxima demanda actual y proyectada de la localidad, teniendo en cuenta las normas y criterios de entidades públicas, determinando que la central solar estará conformada por 34 paneles de 320 Wp, 56 baterías de 260 Ah/12v, 6 reguladores de carga MPPT 150/70 A y 1 inversor de 6000 W, Dando una potencia instalada del sistema fotovoltaico de 9,79 kWp.
4. Al realizar el Análisis económico del proyecto, se determinó que la inversión del sistema fotovoltaico tendría un costo de S/. 200,582.75 considerando un periodo de evaluación de 20 años, determinando en primer lugar a nivel de proyecto privado según los indicadores se obtuvo un VAN S/. -168,414.61 Dy el valor del TIR de -5.44% por lo que el proyecto no podría ser viable. En el segundo escenario se está teniendo en cuenta el rol subsidiario del estado, con una tasa social de 8%

obteniéndose un VANs S/.53,698.26 y un TIRs de 12.21%, con lo que se concluye que el proyecto a nivel precios sociales sería viable.

VI. RECOMENDACIONES

1. Es importante capacitar a los pobladores en uso de la energía eléctrica teniendo en cuenta que el aumento de las cargas de consumo y mayor tiempo de uso pudiendo darse resultados menos favorables en el funcionamiento del sistema fotovoltaico instalado.
2. Se recomienda que el gobierno cuente con más estaciones meteorológicas que nos brinde mayor alcance en la elaboración de proyectos de energías renovables.
3. Se recomienda actualizar a los estudiantes en los nuevos avances tecnológicos en el desarrollo de sistemas de energía renovables no convencionales.
4. Para la viabilidad de este tipo de proyectos de electrificación se necesita del apoyo de las instituciones gubernamentales y ONGs para lograr mejorar la situación de vida de los pobladores y contribuyendo a disminuir la contaminación del medio ambiente.

VII. REFERENCIAS

Bibliografía

ACEVEDO, F. D. (2016). DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CON CAPACIDAD PARA 3 KILOVATIOS. *TESIS*. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA CEAD JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ, BOGOTÁ, COLOMBIA.

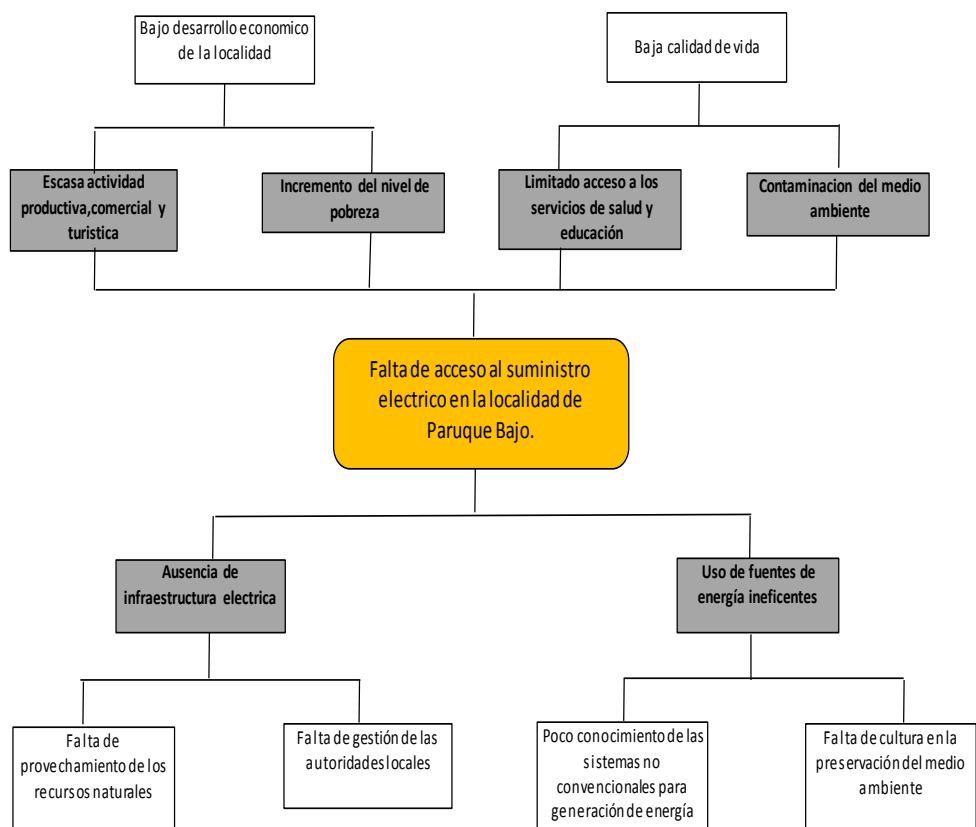
- Alegsa, L. (2017). *DICCIONARIO DE INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍA*. Obtenido de <http://www.alegsa.com.ar/Dic/sistema.php>
- BARDALES, J. (2016). "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL CENTRO POBLADO DE SHUNGUN REGIÓN AMAZONAS, 2016". (TESIS). UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, CAJAMARCA, PERU.
- Blasco. (2014). *La energía solar no es una energía alternativa: es la Energía*. Obtenido de <http://calculationsolar.com/blog/>
- Castejón, M. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. EDITEX.
- Ceen. (2015). *HORA SOLAR PICO*. Obtenido de <https://certificacionenergetica.info/hora-solar-pico-hsp/>
- CEMAER. (2016). *TIPOS DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Recuperado el 21 de ABRIL de 2018, de <http://www.cemaer.org/tipos-de-sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica/>
- DANIEL. (2014). *Los paneles solares fotovoltaicos*. Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/los-paneles-solares-fotovoltaicos/>
- Deltavolt. (2010). *ATLAS SOLAR DEL PERÚ*. Obtenido de <https://deltavolt.pe/atlas/atlassolar>
- Díaz, J. (2015). *EFFECTO FOTOVOLTAICO*. Obtenido de <https://juanfrancisco207.wordpress.com/2015/03/18/efecto-fotovoltaico/>
- Díaz, T. (2010). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Mc Graw Hill.
- ECURED. (2015). *EFFECTO ELECTRICO*. Recuperado el 21 de Abril de 2018, de https://www.ecured.cu/Efecto_fotoeléctrico
- ENERGIA SOLAR. (13 de Abril de 2017). *EFFECTO FOTOVOLTAICO*. Recuperado el 21 de Abril de 2018, de <https://solar-energia.net/definiciones/efecto-fotovoltaico.html>
- ESAN. (2016). *EL POTENCIAL DE LA ENERGIA RENOVABLE EN EL PERU*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/el-potencial-de-la-energia-renovable-en-el-peru/>
- Gonzalez, R. (01 de Febrero de 2012). *LA ENERGIA ELECTRICA*. Obtenido de <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-electrica-381>
- Gonzalez-Longatt, D. F. (Enero de 2008). *Tema 2.5 Energía Solar*. Recuperado el 21 de Abril de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/298891980_Capitulo_25_Sistemas_Fotovoltaicos_Sistemas_de_Generacion_Distribuida

- GUATEMALA, A. B. (2015). *SECTOR ELECTRICO*. Obtenido de abg.org.gt/web2014/wp-content/.../08/SECTOR-8-ELECTRICO-JUNIO-2015.pdf
- MEM. (JUNIO de 2004). *REGLAMENTO TECNICO: "CONFIGURACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DOMÉSTICOS"*. Obtenido de http://cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/90bib_arch.pdf
- Mesa, J. (2009). *DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL EFECTO FOTOVOLTAICO EN LA REGIÓN*. Universidad Tecnológica de Pereira., Pereira.
- MINEM. (2007). *ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/>
- MPPTSOLAR. (2017). *ORIENTACION DE PANELES SOLARES*. Obtenido de <http://www.mpptsolar.com/es/orientacion-inclinacion-paneles-solares.html>
- Necochea, P. (2016). DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER PARTE DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UN DOMICILIO TIPO R4 EN LA CIUDAD DE TRUJILLO-2016. *(TESIS)*. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, TRUJILLO, PERÚ.
- ODAR, J. (2016). ELECTRIFICACIÓN RURAL FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO PAREDONES, DISTRITO DE CHONGOYAPE 2016. *(TESIS)*. Universidad Cesar Vallejo, CHICLAYO, PERÚ.
- OSINERGMIN. (2016). *REPORTE DE ANÁLISIS ECONÓMICO SECTORIAL ELECTRICIDAD- Las energías renovables en el mundo Año 5 – N° 8 – Octubre 2016*. Obtenido de http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES-Electricidad-Diciembre-2016-GPAE-OS.pdf
- Pareja, M. (2010). *Energía solar fotovoltaica*. España: Ediciones Técnicas Marcombo. Recuperado el 21 de abril de 2018
- Perez, J. (2014). *Energía fotovoltaica*. Obtenido de <https://definicion.de/energia-fotovoltaica/>
- PERPIÑÁN, O. (2015). *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Barcelona: Creative Commons.
- QuimiNet. (16 de Noviembre de 2011). *Sistema fotovoltaico*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-sistema-fotovoltaico-2638847.htm>
- Quiroga, B. (2017). *GENERACIÓN DISTRIBUIDA: UNA PUERTA HACIA LA AUTOGENERACIÓN*. Obtenido de <https://twenergy.com/a/generacion-distribuida-una-puerta-hacia-la-autogeneracion-2647>
- REN21. (2017). *AVANZANDO EN LA TRANSICIÓN MUNDIAL HACIA LA ENERGÍA RENOVABLE*. Obtenido de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/07/17-8399_GSR_2017_KEY-FINDINGS_Spanish_lowres.pdf

- Salavarría, M. (2016). Análisis Y Selección De Fuente Energética Fotovoltaica Para El Alumbrado Público De La Carretera Que Enlaza La Universidad Cesar Vallejo Con El Distrito De Morales Provincia De San Martín. (*TESIS*). Universidad Cesar Vallejo, TRUJILLO, PERÚ.
- Siles, M. (3 de Marzo de 2017). *SOPORTE PARA PLACAS SOLARES*. Obtenido de <http://www.solarmat.es/blog/soportes-para-placas-solares-el-patito-feo-de-las-instalaciones/>
- SILVA, C. (2015). Aplicación de sistemas fotovoltaicos en zonas marginadas del estado de Veracruz sin recursos de energía eléctrica. (*TESINA*). Universidad Nacional Autónoma de México, VERACRUZ, MÉXICO.
- SOBERÓN, L. (2016). DISEÑO DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A LA COMUNIDAD NATIVA DE KUSU NUNPATKAIM-DISTRITO DEL CENEP. (*TESIS*). UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, JAEN, PERÚ.
- SOLARNGREEN. (2016). *SISTEMA ON GRID*. Obtenido de <http://solarngreen.mx/servicios/>
- Tercero, J. (2015). Diseño de una Mini central solar Fotovoltaica autónoma con una capacidad de 2.7kWp, para electrificar la comunidad de La Fortuna- MiraFlor Moropotente, Estelí. *TESIS*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, ESTELI, NICARAGUA.
- Valdera, F. (2016). PROPUESTA DE UN DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL C.P. CALERITA - CHICLAYO, 2016. (*TESIS*). UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, TRUJILLO, PERÚ.
- Volt, D. (2017). *El Sector de la Energía Eléctrica*. Obtenido de <https://deltavolt.pe/energia-renovable/renovable-peru>
- YUBASOLAR. (27 de Mayo de 2015). *Estructuras soporte para paneles*. Obtenido de <http://www.yubasolar.net/2015/03/estructuras-soporte-para-paneles.html>
- Zurita, M. (26 de Abril de 2017). *Energías renovables del Perú*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/generacion-electricidad-energias-renovables-peru-422813>

ANEXO 01

ARBOL DE PROBLEMAS



ANEXO 02

Matriz de consistencia lógica

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿En qué medida el diseño de un sistema fotovoltaico permitirá el suministro de energía eléctrica a la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna?	General: Proponer el diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna.	La implementación de un sistema fotovoltaico genera energía eléctrica para la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna	V.1-SISTEMA FOTOVOLTAICO	Radiación solar (kW/m2)
	Específicos: 1.-Realizar un estudio de la demanda de energía eléctrica para la localidad mediante el uso de encuestas. 2.-Caracterizar el nivel radiación solar en el lugar mediante fuentes de entidades. 3.-Cálculo y Diseño del Sistema Fotovoltaico considerando Normatividad. 4.-Evaluación económica del sistema fotovoltaico.			Potencia del panel solar (Wp)
				Voltajes max de conexión de paneles en serie y paralelo (V)
				Capacidad del banco de baterías (Ah)
				Intensidad máxima de entrada y salida del regulador (A)
				Cable conductor (mm2)
			V.2-SUMINISTRO DE ENERGÍA ELECTRICA	Demanda de energía eléctrica de la población (kW-h)
	Potencia eléctrica requerida (W)			

Anexo 03: ENCUESTA

FORMATO DE ENCUESTA			
LOCALIDAD: CENTRO POBLADO PARUQUE BAJO SECTOR-LA TUNA			
1.- GENERALIDADES			
1.1. Nombres y Apellidos del Jefe(a) del hogar: _____			
1.2. Numero de habitantes/vivienda: _____			
2.-INFRAESTRUCTURA			
2.1 ¿Qué tipo de construccion es la vivienda?			
Adobe	<input type="checkbox"/>	Ladrillo	<input type="checkbox"/>
2.2. ¿Cuántos ambientes cuenta la vivienda? _____			
3.-SERVICIOS BASICOS			
3.1. ¿Cuentan con Agua Potable?			
Piletas	<input type="checkbox"/>	Domiciliaria	<input type="checkbox"/>
3.2. ¿Cuentan con Instalaciones Sanitarias?			
Letrinas	<input type="checkbox"/>	Desague	<input type="checkbox"/>
4.-ENERGÍA			
4.1.¿Tiene energía eléctrica?			
si <input type="checkbox"/>		no <input type="checkbox"/>	
4.2. ¿Qué tipo de fuente de iluminación utilizan?			
velas	<input type="checkbox"/>	lampara a pilas	<input type="checkbox"/>
lamparas a kerosene	<input type="checkbox"/>	carbon	<input type="checkbox"/>
4.3. ¿Cuenta con luminarias,indique cantidad,potencia y escriba las horas de utilizacion diaria?			
si <input type="checkbox"/>		no <input type="checkbox"/>	
<u>Cantidad</u>	<u>Potencia(w)</u>	<u>Horas/uso</u>	
_____	_____	_____	
_____	_____	_____	
4.4. ¿Marque los electrodomesticos que usted tiene en su hogar y escriba las horas de utilizacion diaria?			
radio	<input type="checkbox"/>	_horas	computadora <input type="checkbox"/> _horas
televisor	<input type="checkbox"/>	_horas	refrigeradora <input type="checkbox"/> _horas
4.5.¿Sabes que son y para que sirven los paneles fotovoltaicos?			
si <input type="checkbox"/>		no <input type="checkbox"/>	
4.6. ¿Te gustaría abastecerte de energía electrica con paneles fotovoltaicos?			
sí <input type="checkbox"/>		no <input type="checkbox"/>	
4.7. ¿Cuánto es el gasto mensual equivalente en velas,pilas,kerosene,carbón por vivienda?			
S/._____			

Anexo 04: VALIDACION DE ENCUESTA

N° de encuesta	CRITERIOS DE EVALUACIÓN POR EXPERTOS										Comentarios
	La encuesta está relacionada al tema		Formulación clara de la encuesta		Existen coincidencias en las preguntas		La encuesta permite medir lo que pretende		Existe un lenguaje adecuado en la encuesta		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X		X		X		X		
2	X		X		X		X		X		
3		X	X		X		X		X		
4	X		X		X		X		X		
5	X		X		X		X		X		
6	X		X		X		X		X		
7	X		X		X		X		X		
8	X		X		X		X		X		
9	X		X		X		X		X		
10	X		X		X		X		X		
11	X		X		X		X		X		
validar de encuesta											
Aceptable											
No Aceptable											
Fecha											
Cargos											
Firma											
Valida											
dado por:											
Diente UCV											
10/06/18											
Prof. Juan Carlos Benítez											

Anexo 05: VALIDACION DE ENCUESTA

N° de encuesta	CRITERIOS DE EVALUACIÓN POR EXPERTOS										Comentarios
	La encuesta está relacionado al tema		Formulación clara de la encuesta		Existe coherencias en las preguntas		La encuesta permite medir lo que pretende		Existe un lenguaje adecuado en la encuesta		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	✓		✓		✓		✓		✓		
2	✓		✓		✓		✓		✓		
3	✓		✓		✓		✓		✓		
4	✓		✓		✓		✓		✓		
5	✓		✓		✓		✓		✓		
6	✓		✓		✓		✓		✓		
7	✓		✓		✓		✓		✓		
8	✓		✓		✓		✓		✓		
9	✓		✓		✓		✓		✓		
10	✓		✓		✓		✓		✓		
11	✓		✓		✓		✓		✓		
validar de encuesta											
<div> <div> <div>Acceptable</div> <div>No Aceptable</div> </div> <div> <div>✓</div> <div></div> </div> </div>											
Validado por:	Firma		Cargo		Fecha						
	<i>[Firma]</i>		Ingeniero Mecánico		10/06/18						
	Edwin Rivaldo Valdivia		EIP 989644								



Viviendas de Adobe



Viviendas de Adobe



Radio utilizado en la localidad



Linternas utilizadas en la localidad



Lámparas utilizadas en la localidad



Lámparas utilizadas en la localidad



Encuesta realizada a los pobladores



Encuesta realizada a los pobladores

ANEXO 06: GPS



Características físicas y de rendimiento

Dimensiones de la unidad (Ancho/Alto/Profundidad)	6.1 x 15.5 x 3.3 cm
Peso	198 g con baterías
Resistencia al agua	IPX7
Batería	2 baterías AA (no incluidas)
Tipo de pantalla	LCD de 4 niveles de gris
Tamaño de la pantalla (Ancho/Alto)	3.8 x 5.6 cm
Resolución de pantalla (Ancho/Alto)	160 x 240 píxeles
Autonomía de la pila/batería	Hasta 28 horas
Memoria/historial	24 Mb
Interfaz del equipo	Serie y USB




Mediciones con GPS



Recorrido por la zona

ANEXO 07: FICHA TECNICA PANEL SOLAR


Poly




**Powerguard Insurance
Global Coverage**

The power output shall not be less than 97.5% of the minimum power output stated in the product data sheet in the first year of the product's life cycle. The loss of power output shall not exceed 0.7% per year thereafter, ending with 80.7% in the 25th year.

■ CSUN ■ Standard warranty



CSUN's NEW linear performance warranty



CSUN320-72P

Premier choice for large scale project

Module Fire Performance: Type 1 (UL 1703)
Fire Resistance Rating: Class C (IEC 61730)

CSUN320-72P	CSUN315-72P
CSUN310-72P	CSUN305-72P
CSUN300-72P	

16.52%

Module efficiency

320 W







Highest power output

10 years

Material & workmanship warranty

25 years


Linear power output warranty

-  Industry leading conversion efficiency
-  Positive tolerance offer
-  Passed salt mist & ammonia corrosion, blowing sand and hail testing
-  Certified to withstand wind (2400 Pa) and snow load (5400 Pa)
-  Excellent performance under weak light condition
-  Good temperature coefficient enables better output in hot climates


- China Sunergy Co., Ltd. designs, manufactures and delivers high efficiency solar cells and modules to the world from its production centers based in China, Turkey, South Korea and Vietnam.
- Founded in 2004, China Sunergy is well known for its advanced solar cell technology, reliable product quality, and excellent customer service.
- As one of leading PV enterprises, China Sunergy has delivered more than 4.0GW of solar products to residential, commercial, utility and off-grid projects all around the world.

*Note: All specifications, warranties, and Tolerances stated in this CSUN's datasheet apply to this model.

All information and data are subject to change without notice and are provided without liability.



www.csun-solar.com



Made in China by CSUN
Model: 320-72P

Electrical Characteristics at Standard Test Conditions (STC)

Module Type	CSUN 320-72P	CSUN 315-72P	CSUN 310-72P	CSUN 305-72P	CSUN 300-72P
Maximum Power - P _{mp} (W)	320	315	310	305	300
Positive Power Tolerance	0~3%	0~3%	0~3%	0~3%	0~3%
Open Circuit Voltage - V _{oc} (V)	45.0	44.9	44.8	44.7	44.5
Short Circuit Current - I _{sc} (A)	9.17	9.11	9.03	8.97	8.91
Maximum Power Voltage - V _{mpp} (V)	36.2	36.1	36.0	35.9	35.8
Maximum Power Current - I _{mp} (A)	8.84	8.73	8.61	8.50	8.37
Module Efficiency	16.52%	16.27%	16.01%	15.75%	15.49%

Electrical data relates to standard test conditions (STC): Irradiance 1000W/m²; AM 1.5; cell temperature 25°C measuring uncertainty of power is within ±3%. Certified in accordance with IEC61215, IEC61730-1/2 and UL 1703

Electrical Characteristics at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)

Module Type	CSUN 320-72P	CSUN 315-72P	CSUN 310-72P	CSUN 305-72P	CSUN 300-72P
Maximum Power - P _{mp} (W)	235	232	228	225	220
Maximum Power Voltage - V _{mpp} (V)	34.1	33.8	33.5	33.2	32.9
Maximum Power Current - I _{mp} (A)	6.89	6.86	6.80	6.77	6.71
Open Circuit Voltage - V _{oc} (V)	41.6	41.5	41.4	41.3	41.1
Short Circuit Current - I _{sc} (A)	7.40	7.34	7.30	7.24	7.19

Electrical data relates to nominal operating cell temperature (NOCT): Irradiance 800W/m²; wind speed 1 m/s; cell temperature 45°C; ambient temperature 20°C measuring uncertainty of power is within ±3%.

Temperature Characteristics

Voltage Temperature Coefficient	-0.292%/K
Current Temperature Coefficient	+0.045%/K
Power Temperature Coefficient	-0.408%/K

Maximum Ratings

Maximum System Voltage (V)	1000
Series Fuse Rating (A)	20
Reverse Current Overload (A)	27

Mechanical Characteristics

Dimensions	1956 × 990 × 50 mm
Weight	22.3 kg
Frame	Anodized aluminum profile
Front glass	Toughened low iron glass, 3.2 mm
Cell Encapsulation	EVA (Ethylene-Vinyl-Acetate)
Back Sheet	Composite film
Cells	6x12 polycrystalline solar cells (4BB or 5BB 156 X156mm)
Junction Box	Rated current ≥ 12A, IP ≥ 65, TUV & UL
Cable	Length 900 mm, 1 × 4 mm ²
Connector	MC 4/ compatible with MC 4

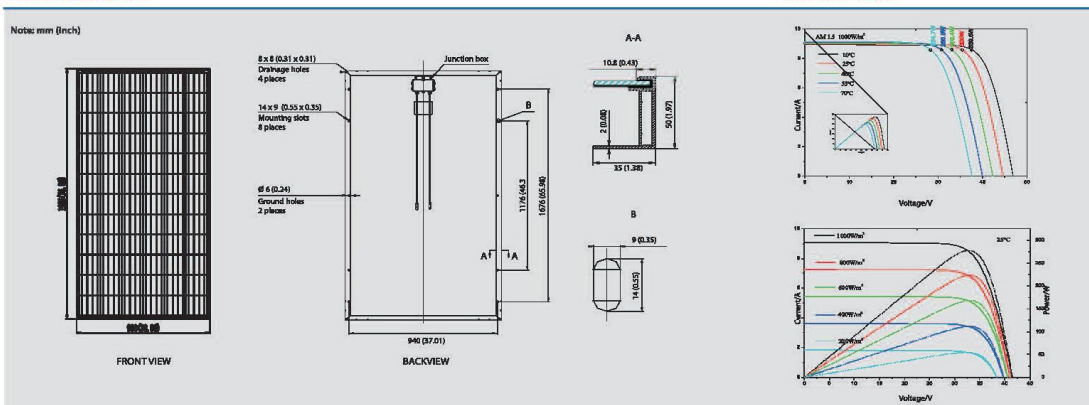
Packaging

Container 20'	252 pcs.
Container 40'	504 pcs.
Container 40'HC	552 pcs.

System Design

Temp. Range	-40°C to + 85°C
Hail	Max. diameter of 25mm with 23m/s impact speed
Max. Capacity	Snow 5400 Pa, wind 2400 Pa
Application Class	A
Safety Class	II

Dimensions



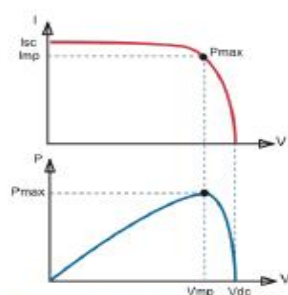
ANEXO 08: FICHA TECNICA REGULADOR



Controladores de carga BlueSolar con conexión rosca - o MC4 PV

MPPT 150/45, MPPT 150/60, MPPT 150/70, MPPT 150/85, MPPT 150/100

www.victronenergy.com



Curva superior:
Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V).
El punto de máxima potencia (MPPT) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

Curva inferior:
Potencia de salida $P = I \times V$ como función de tensión de salida.
Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a Vmp.

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés). Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial
En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que pudiera no ser el MPP óptimo. El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión
Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual) para más información).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- Smartphones, tablets y otros dispositivos Apple y Android consulte "Mochila Inteligente de conexión VE.Direct a Bluetooth"
- Panel ColorControl



Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 / 48 V (se necesita una herramienta de software)				
Corriente de carga nominal	45 A	60 A	70 A	85 A	100 A
Potencia FV máxima, 12 V (a,b)	650 W	860 W	1.000 W	1.200 W	1.400 W
Potencia FV máxima, 24 V (a,b)	1.300 W	1.720 W	2.000 W	2.400 W	2.800 W
Potencia FV máxima, 48 V (a,b)	2.600 W	3.440 W	4.000 W	4.800 W	5.600 W
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficiencia máxima	98%				
Autoconsumo	50 mA				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 13,8 / 13,2 / 12,6 V (ajustable)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 13,2 / 12,6 / 12,0 V (ajustable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas				
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -33 mV / °C resp.				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa / Cortocircuito de salida / Sobretensión				
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)				
Humedad	95% sin condensación				
Puerto de comunicación de datos y on-off remoto	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				

CARCASA	
Color	Azul (RAL 5012)
Terminales FV (-)	35 mm ² AWG2 (modelos Tr), o conectores Dual MC4 (modelos MC4)
Bornes de batería	35 mm ² AWG2
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)
Peso	3 kg 4,5 kg
Dimensiones (a) x (b) x (c)	Modelos Tr: 180 x 290 x 85 mm Modelos MC4: 216 x 295 x 103 mm
ESTÁNDARES	
Seguridad	EN/IEC 62109
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado. 1b) La tensión FV debe exceder en 5 V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V. 2) Modelos MC4: se necesitarán varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares.	


ANEXO 09: FICHA TECNICA BATERIA SOLAR

Master
U-power®

UP SERIES-GC12TOP

UP-GC12TOP



Mechanical Characteristics		
	SI Units	US Units
Length	395 mm	15.55 inches
Width	178 mm	6.98 inches
Height	379 mm	14.92 inches
Weight	53.00kg	116.45 lb
BCI Group Size		GC12
Cell Layout		0
Base Hold-Down		B0
Terminal Type		DT
 Terminal height: 18.5 mm – 0.73 in Bolt size: 5/16		

Electrical Characteristics	
Nominal voltage	12 Volts
C100 Rated Capacity	260 Ah
C5 Rated Capacity	195Ah
Reserve Capacity @ 25A	480 min
Reserve Capacity @ 75A	133 min

Operational temperature range: -20°C to + 55°C (always keep the battery charged at least 60% at temperatures below 0°C)

Charging Instructions at 25°C	
Daily charge	14.80V ± 0.05V
Float charge	13.20V
Equalize charge	15.40V ± 0.05V

* Do not install or charge batteries in non-ventilated premises.
* The charging is of special importance because both over and under charging will severely limit the life of the batteries. If the batteries will stay for an extended period without being used please ensure they are routinely checked, cleaned and fully charged before being stored.

Battery temperature adjustment:

Reduce the voltage by 0.028V per cell for every 10°C above 25°C, increase the voltage by 0.028V per cell for every 10°C below 25°C.

Deep cycle batteries need to be equalized periodically. Actively used batteries should be equalized at least twice per year.

**MASTER
BATTERY**

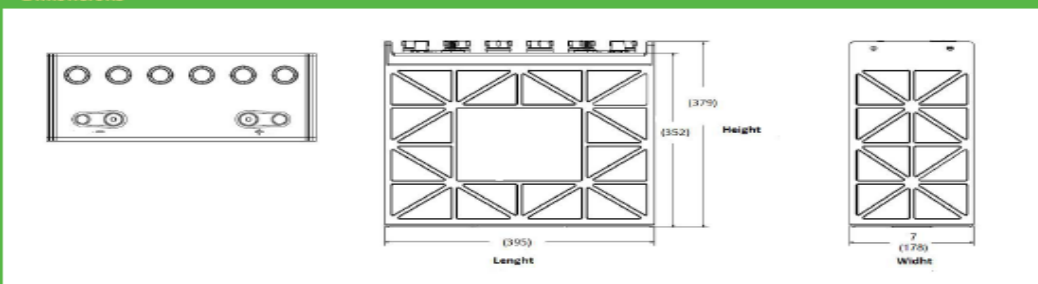


Poligono industrial La Dehesa
C/ Dehesa Vieja, n°2 Nave 16
28052 Madrid (Spain)
Tel. (+34) 918 021 649
Fax. (+34) 917 750 542
info@masterbattery.es

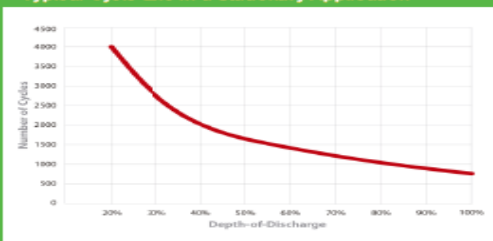


UP-GC12TOP

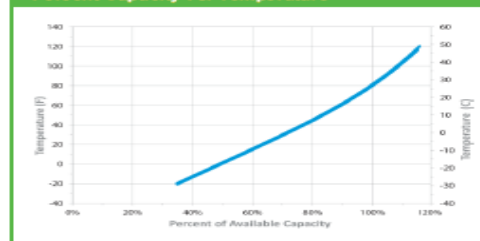
Dimensions



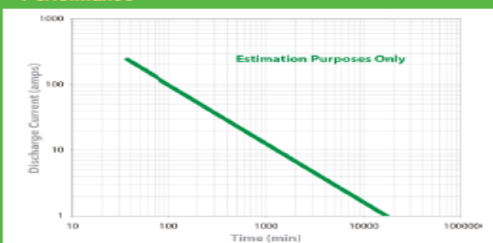
Typical Cycle Life in a Stationary Application



Percent Capacity Vs. Temperature



Performance



Polígono Industrial La Dehesa
C/ Dehesa Vieja, nº2 Nave 16
28052 Madrid (Spain)
Tel. (+34) 918 021 649
Fax. (+34) 917 750 542
info@masterbattery.es



ANEXO 10: FICHA TECNICA INVERSOR

INGECON	SUN	1Play TL M
<p>INVERSOR MONOFÁSICO SIN TRANSFORMADOR CON DOBLE SISTEMA MPPT</p>		
<p>2,5TL M / 2,7TL M / 3TL M / 3,3TL M / 3,68TL M / 4,6TL M / 5TL M / 5,5TL M / 6TL M</p>		
	<p>Los inversores INGECON® SUN 1Play TL M han sido diseñados para proporcionar los máximos niveles de rendimiento energético y facilitar al usuario el acceso a su instalación fotovoltaica. Esta familia de inversores es válida tanto para instalaciones domésticas de pocos kilovatios como para sistemas comerciales e industriales descentralizados de varios cientos de kilovatios. En instalaciones domésticas, estos inversores presentan la gran ventaja de ser compatibles con diferenciales de 30 mA, los más usados para proteger a las personas contra descargas eléctricas.</p> <p>High efficiency system Ingeteam ha desarrollado su propia tecnología para maximizar los niveles de eficiencia del inversor INGECON® SUN 1Play TL M.</p> <p>Gracias a este High efficiency system y al uso de novedosas topologías de conversión electrónica, se pueden alcanzar niveles de eficiencia máxima de hasta el 98%.</p>	<p>Además, un avanzado algoritmo de MPPT doble posibilita la extracción de la máxima cantidad de energía desde el campo FV en todo momento, incluso en situaciones difíciles, como con el paso de nubes o sombras parciales.</p> <p>Fácil de instalar Los inversores INGECON® SUN 1Play TL M disponen de conectores rápidos en el lado DC (tipo 4) y en el lado AC para facilitar y agilizar la conexión al sistema. Todos los idiomas y configuraciones específicas del país pueden ser seleccionados desde la pantalla del equipo. Además, los inversores INGECON® SUN 1Play TL M son compatibles con todas las tecnologías de módulos FV del mercado.</p> <p>Manejo y mantenimiento sencillos Ingeteam está a la vanguardia en desarrollo de firmware. Gracias a ello, los inversores INGECON® SUN 1Play TL M son muy fáciles de utilizar. El menú que se muestra en la pantalla LCD de su display ha sido diseñado para asegurar un manejo sencillo y cómodo.</p> <p>Estos inversores presentan un datalogger interno, accesible desde un PC, para almacenar datos de varios meses. Cada inversor permite el acceso a la información interna desde un PC remoto o <i>in situ</i> desde el teclado táctil de la pantalla LCD.</p> <p>Además, el display dispone de varios LEDs que indican el estado de funcionamiento del inversor y avisan de cualquier incidencia mediante una indicación luminosa, lo cual simplifica y facilita las tareas de mantenimiento del equipo.</p>



ANEXO 11: FICHA TECNICA CABLES

25

POWERFLEX RV-K



POWERFLEX RV-K

Cable flexible de potencia para uso industrial.

IEC 60502-1- UNE 2123-2

DISEÑO

1. Conductor

Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228

2. Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE).

La identificación normalizada de los conductores aislados es la siguiente:

1 x	Natural
2 x	Azul + Marrón
3 G	Azul + Marrón + Amarillo/Verde
3 x	Marrón + Negro + Gris
3 x + 1 x	Marrón + Negro + Gris + Azul (sección reducida)
4 G	Marrón + Negro + Gris + Amarillo/Verde
4 x	Marrón + Negro + Gris + Azul
5 G	Marrón + Negro + Gris + Azul + Amarillo/Verde

3. Cubierta

PVC flexible de color negro.

APLICACIONES

El cable Powerflex RV-K es un cable flexible de potencia diseñado para satisfacer los requisitos industriales más exigentes: conexiones industriales de baja tensión, redes urbanas, instalaciones en edificios, etc. Su flexibilidad lo hace particularmente adecuado en trazados difíciles. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado en todo tipo de condiciones ambientales: zonas húmedas y secas, instalación al aire libre, enterrado, e incluso sumergido en agua (AD7), sin que perjudique la vida útil del cable.

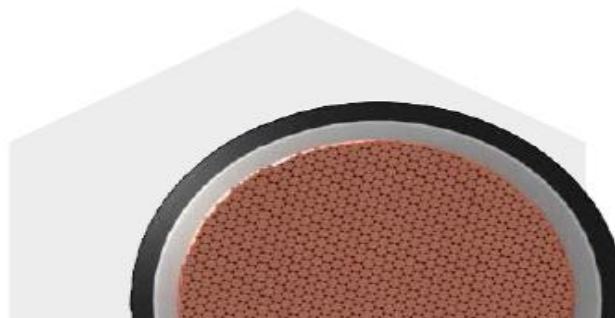
1

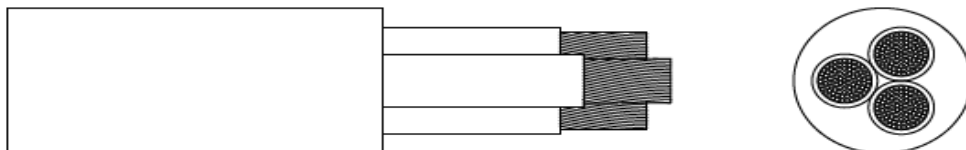
2

3



Este render es un ejemplo de las diversas configuraciones de este cable. Puede ser suministrado en diversas secciones y número de conductores.





DIMENSIONES

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire Libre a 30°C (A)	Enterrado a 20°C (A)	Caída tensión (V/A · km)	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire Libre a 30°C (A)	Enterrado a 20°C (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 1,5	5,7	45	23	22	29,5	3 x 185	49,9	6.285	456	304	0,235
1 x 2,5	6,2	55	29	29	17,7	3x16+1x10	17,6	700	100	79	2,68
1 x 4	6,7	70	40	37	11	3x25+1x16	22,7	1.140	127	101	1,73
1 x 6	7,3	90	53	46	7,32	3x35+1x16	25	1.480	158	122	1,23
1 x 10	8,2	135	74	61	4,23	3x50+1x25	29,1	2.050	192	144	0,86
1 x 16	9,2	190	101	79	2,68	3x70+1x35	33,8	2.850	246	178	0,603
1 x 25	11	285	135	101	1,73	3x95+1x50	38,2	3.700	298	211	0,457
1 x 35	12,1	385	169	122	1,23	3x120+1x70	42,1	4.750	346	240	0,357
1 x 50	13,8	520	207	144	0,86	3x150+1x70	46,8	5.800	399	271	0,286
1 x 70	15,7	715	268	178	0,603	3x185+1x95	53,5	7.200	456	304	0,235
1 x 95	17,6	925	328	211	0,457	3x240+1x120	58,5	9.300	538	351	0,178
1 x 120	19,2	1.165	383	240	0,357	3 x 300	62,3	10.300	621	396	0,142
1 x 150	21,5	1.450	444	271	0,286	4 G 1,5	9,7	130	23	22	29,5
1 x 185	23,9	1.750	510	304	0,235	4 G 2,5	10,7	175	32	29	17,7
1 x 240	26,9	2.280	607	351	0,178	4 G 4	12	245	42	37	11
1 x 300	29,6	2.830	703	396	0,142	4 G 6	13,4	330	54	46	7,32
1 x 400	33,8	3.735	823	464	0,108	4 G 10	15,7	505	75	61	4,23
1 x 500	37,4	4.780	946	525	0,085	4x16	18,2	750	100	79	2,68
1 x 630	42,7	6.280	1.088	596	0,064	4x25	24,1	1.245	127	101	1,73
2 x 1,5	8,2	90	26	26	34	4x35	26,3	1.675	158	122	1,23
2 x 2,5	9,2	120	36	34	20,4	4x50	31,3	2.315	192	144	0,86
2 x 4	10,3	165	49	44	12,7	4x70	36,1	3.205	246	178	0,603
2 x 6	11,3	215	63	56	8,45	4x95	40,2	4.130	298	211	0,457
2 x 10	13,2	320	86	73	4,89	4x120	44,6	5.245	346	240	0,357
2 x 16	14,9	450	115	95	3,1	4x150	49,8	6.575	399	271	0,286
2 x 25	20,8	810	149	121	1,99	4x185	56,1	8.050	456	304	0,235
2 x 35	22	1.000	185	146	1,42	4x240	64,5	10.695	538	351	0,178
2 x 50	25,7	1.375	225	173	0,99	5 G 1,5	10,4	155	23	22	29,5
2 x 70	29,5	1.880	289	213	0,694	5 G 2,5	11,6	215	32	29	17,7
3 G 1,5	8,9	110	26	26	34	5 G 4	13,2	300	42	37	11
3 G 2,5	9,8	145	36	34	20,4	5 G 6	14,7	405	54	46	7,32
3 G 4	11	200	49	44	12,7	5 G 10	17,1	625	75	61	4,23
3 G 6	12,1	265	63	56	8,45	5 G 16	20,2	935	100	79	2,68
3 G 10	14,3	405	86	73	4,89	5 G 25	26,6	1.555	127	101	1,73
3 x 16	16,4	595	100	79	2,68	5 G 35	29,3	2.080	158	122	1,23
3 x 25	20,7	955	127	101	1,73	5 G 50	34,5	2.895	192	144	0,86
3 x 35	23,1	1.275	158	122	1,23	5 G 70	38,7	3.930	246	178	0,603
3 x 50	26,8	1.750	192	144	0,86	5 G 95	44,6	5.190	298	211	0,457
3 x 70	29,6	2.370	246	178	0,603	5 G 120	49,7	6.560	346	240	0,357
3 x 95	35	3.140	298	211	0,457	5 G 150	55,6	8.145	399	271	0,286
3 x 120	39,8	4.115	346	240	0,357	5 G 185	62,5	9.975	456	304	0,235
3 x 150	44,7	5.130	399	271	0,286	5 G 240	71,8	13.210	538	351	0,178

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.

Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.

Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable y en la Declaración de Prestaciones (DoP).

Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com

ANEXO 12: PRESUPUESTO RED SECUNDARIA DE BAJA TENSION

PROYECTO : SISTEMA DE ELECTRIFICACION RURAL DEL SECTOR LA TUNA		DISTRITO : JULCAN	
LOCALIDAD : LA TUNA		PROVINCIA JULCAN	
SECCION : REDES SECUNDARIAS EN 220 V		DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	
FECHA : julio-18			

Item	Descripcion de Partidas	METRADO		COSTOS S/.		
		UND.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
I	POSTES					
1.01	POSTES DE C.A.C. 8m / 200Kg	u	12.00	350.00	4 200.00	
1.02	POSTES DE C.A.C. 8m / 300Kg	u	10.00	380.00	3 800.00	
						8 000.00
2.00	CABLES AUTOPORTANTES DE COBRE					
2.01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2X25+NA25 mm²	m	936.00	6.50	6,084.00	
2.02	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2X16+NA25 mm²	m	74.00	5.00	370.00	
						6 454.00
3.00	ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES					
3.01	GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR DE ALEACION DE ALUMINIO	u	16.00	8.50	136.00	
3.02	GRAPA CONICA DE ANCLAJE	u	17.00	8.80	149.60	
3.03	CONECTOR DE PERFORACION, SECCION DE 6-35 mm2 /10-35 mm2	u	14.00	5.50	77.00	
3.04	CORREA PLASTICA DE AMARRE, COLOR NEGRO	u	98.00	0.10	9.80	
3.05	CAPUCHONES TERMOCONTRAIBLES	u	30.00	1.50	45.00	
3.06	CINTA AUTOFUNDENTE DE 19mmx9.20m, 0.76mm DE ESPESOR	Rllo	2.00	23.00	46.00	
						463.40
4.00	CABLES Y CONDUCTORES DE COBRE					
4.01	CONDUCTOR DE COBRE CONCENTRICO, 2 x 4, mm²	m	360.00	4.80	1 728.00	
4.02	CONDUCTOR DE COBRE FORRADO; AISLAMIENTO XLPE; NLT 2x2.5 mm2	m	49.00	3.20	156.80	
						1 884.80
5.00	LUMINARIA, LAMPARA Y ACCESORIOS					
5.01	PASTORAL DE TUBO A"G" PS/1.5m/1.11m/1.5"Ø/15°	u	7.00	25.50	178.50	
5.02	ABRAZADERAS DE AoGo 2" x 140mmØ (POSTE) 1 1/2"Ø (PASTORAL), 3/16" ESPESOR (SIMPLE)	u	14.00	10.50	147.00	
5.03	LUMINARIA COMPLETA CON EQUIPO PARA LAMPARA DE 70 W.	u	7.00	175.00	1 225.00	
5.04	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE 70 W.	u	7.00	22.00	154.00	
5.05	CONECTOR DE PERFORACION, SECCION DE 10-35 mm2 /2.5-10 mm2	u	14.00	6.20	86.80	
						3 168.55
6.00	RETENIDAS Y ANCLAJES					
6.01	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS .M. DE 3/8" Ø (10 mm) DE 7 HILOS	m	96.00	3.20	307.20	
6.02	PERNO ANGULAR CON OJAL - GUARDACABO DE 203 mm X 16 mm Ø	u	12.00	7.20	86.40	
6.03	VARILLA DE ANCLAJE DE 13 mm, Øx2.40 m. PROV. OJAL- GUARDACABO T/CONTRATURCA	u	12.00	25.00	300.00	
6.04	ARANDELA DE ANCLAJE DE ACERO 102 x 102 x 5 mm. AGUJERO DE 18 mmØ	u	12.00	2.80	33.60	
6.05	AMARRE PREFORMADO AoGo PARA CABLE DE 3/8"Ø	u	48.00	8.50	408.00	
6.06	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 57 x 57 x 5 mm.	u	24.00	1.10	26.40	
6.07	AISLADOR DE PORCELANA DE TRACCION, CLASE ANSI 54-1	u	12.00	9.30	111.60	
6.08	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0,40 x 0,40 x 0,20 mm.	u	12.00	22.50	270.00	
6.09	CANALETA PROTECTORA FoGo 1.6mm(1/16")x2.40M	u	12.00	12.00	144.00	
						1 687.20
7.00	ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS					
7.01	PERNO GANCHO DE AoGo 16 mm φ x203 mm PROV. ARANDELA FIJA TUERCA/CONTRATURCA	u	24.00	7.50	180.00	
7.03	GANCHO OJAL ROSCADO DE AoGo 16mm(5/8")Ø	u	6.00	5.50	33.00	
7.04	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 19 mm Ø x 30 m	Rllo	0.00	110.00	0.00	
7.05	HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE PARA FLEJE DE 19 mm Ø	u	0.00	1.50	0.00	
7.06	CAJA DE DERIVACION /ACOMETIDA DE POLICARBONATO, SISTEMA 380-220 V. (09 SALIDAS	Cjt	0.00	185.00	0.00	
7.07	PORTALINEA UNIPOLAR AoGo PROVISTO DE PIN DE 10 mm φ	u	16.00	3.10	49.60	
						262.60
8.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS					
8.01	CONECTOR DE PERFORACION, SECCION DE 2.5-35 mm2 /10-35 mm2	u	40.00	6.20	248.00	
8.02	TUBO DE AoGo DE 19 mm Ø x 1.8 m	u	20.00	30.00	600.00	
8.03	TUBO DE AoGo DE 19 mm Ø x 4.5 m	u	0.00	38.00	0.00	
8.04	TEMPLADOR DE AoGo	u	40.00	2.10	84.00	
8.05	ARMELLA TIRAFONDO DE 10 mm. Ø x 64 mm DE LONGITUD.	u	20.00	1.32	26.40	
8.06	TARUGO DE CEDRO DE 13 mm x 50 mm.	u	20.00	0.50	10.00	
8.07	MEDIDOR DE ENERGIA DE 02 HILOS ELECTRONICO	u	20.00	55.00	1 100.00	
8.08	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2x25A	u	20.00	15.00	300.00	
8.09	ALAMBRE GALVANIZADO N° 12 AWG	m	0.00	5.00	0.00	
8.10	CAJA METALICA PORTAMEDIDOR	u	20.00	30.00	600.00	
						2 968.40

TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				24 888.95
--------------------------------	--	--	--	-----------

PROYECTO : SISTEMA DE ELECTRIFICACION RURAL DEL SECTOR LA TUNA		DISTRITO : JULCAN	
LOCALIDAD : LA TUNA		PROVINCIA JULCAN	
SECCION : REDES SECUNDARIAS EN 220 V		DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	
FECHA : julio-18			

Item	Descripcion de Partidas	METRADO		COSTOS S/.		
		UND.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
II	MONTAJE ELECTROMECHANICO					
1.00	OBRAS PRELIMINARES					
1.01	REPLANTEO TOPOGRAFICO, UBICACION DE ESTRUCTURAS DE LAS REDES SECUNDARIAS	Km	1.01	450.30	454.80	
						454.80
2.00	INSTALACION DE POSTES DE CONCRETO					
2.01	TRANSPORTE DE POSTE POSTE DE ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	u	22.00	45.75	1 006.50	
2.02	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL	m3	9.70	25.60	248.37	
2.03	IZADO DE POSTE DE CONCRETO DE 8 m/200 Kg	u	12.00	140.20	1 682.40	
2.04	IZADO DE POSTE DE CONCRETO DE 8 m/300 Kg	u	10.00	175.82	1 758.20	
2.05	CIMENTACION DE POSTE CON CONCRETO CICLOPEO	m3	10.78	32.78	353.37	
						5 048.84
3.00	INSTALACION DE RETENIDAS					
3.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL	m3	18.36	28.85	529.69	
3.02	INSTALACION DE RETENIDA INCLINADA	u	12.00	42.39	508.68	
3.03	INSTALACION DE RETENIDA VERTICAL	u	0.00	42.39	0.00	
3.04	RELLENO Y COMPACTACION PARA EL BLOQUE DE ANCLAJE	m3	18.36	39.32	721.92	
						1 760.28
4.00	MONTAJE DE ARMADOS					
4.01	ARMADO TIPO E1	Cjto	13.00	18.64	242.32	
4.02	ARMADO TIPO E3	Cjto	4.00	22.35	89.40	
4.03	ARMADO TIPO E4	Cjto	3.00	26.12	78.36	
4.04	ARMADO TIPO E5	Cjto	2.00	28.36	56.72	
						466.80
5.00	MONTAJE DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES					
	COMPRENDE TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE:					
5.01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2X25+NA25 mm²	Km	0.936	968.33	906.36	
5.02	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2X16+NA25 mm²	Km	0.074	861.19	63.73	
5.03	INSTALACION DE CAPUCHONES TERMOCONTRAIBLES	u	30.00	12.45	373.50	
						1 343.58
6.00	PASTORALES, LUMINARIAS Y LAMPARAS					
6.01	INSTALACION DE PASTORAL DE FoGo (M.T.)	u	1.00	20.02	20.02	
6.02	INSTALACION DE PASTORAL DE FoGo (B.T.)	u	6.00	16.35	98.10	
6.03	INSTALACION DE LUMINARIA Y LAMPARA	Cjto	7.00	32.10	224.70	
						342.82
7.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS					
7.01	INSTALACION DE ACOMETIDA DOMICILIARIA SIMPLE DE CAJA DE DERIVACION	u	20.00	42.65	853.00	
7.02	INSTALACION DE ACOMETIDA DOMICILIARIA CON CRUCE DE CALLE DE CAJA DE DERIVACION	u	0.00	50.60	0.00	
7.03	INSTALACION DE CAJA DE DERIVACION Y ACOMETIDAS 6 SALIDAS	u	0.00	55.82	0.00	
7.04	CAJA PORTAMEDIDOR	u	20.00	31.96	639.20	
7.05	MEDIDOR DE ENERGIA MONOFASICO	u	20.00	31.21	624.20	
						2 116.40
8.00	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
8.01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS REDES Y ACOMETIDAS DOMICILIARIAS	Cjto	1.00	776.08	776.08	
						776.08
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO					12 309.61	

III	TRANSPORTE DE LOS SUMINISTROS DE MATERIALES	(5%)	1 244.45
IV	TOTAL COSTO DIRECTO		38 443.01
V	GASTOS GENERALES	(10%)	
VI	UTILIDADES	(10%)	
	COSTO TOTAL TOTAL SIN IMPUESTOS		38 443.01
	I.G.V.	(18%)	6 919.74
	COSTO TOTAL (S/.)		45 362.75

ANEXO 13: EVALUACIÓN SOCIAL-ECONOMICA

1. ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS NACIONALES

1.1. Tasa Social de Descuento

La Tasa Social de Descuento (TSD) representa el costo de oportunidad en que incurre el país cuando utiliza recursos para financiar sus proyectos.

Estos recursos provienen de las siguientes fuentes: menor consumo (mayor ahorro), menor inversión privada y del sector externo (préstamos internacionales). Por lo tanto depende de la preferencia intertemporal del consumo, de la rentabilidad marginal de la inversión y de la tasa de interés de los créditos externos.

La TSD transforma el valor actual de los flujos futuros de beneficios y costos de un proyecto en particular. La utilización de una única tasa de descuento permite la comparación del valor actual neto de los proyectos de inversión.

Tasa Social de Descuento General

Parámetro	Valor
Tasa Social de Descuento	8%

Fuente: Actualización de la Tasa Social de Descuento. Seminario, 2017

Si la evaluación del proyecto se realiza a precios reales o constantes se debe utilizar la Tasa Social de Descuento General. Si la evaluación se realiza a precios nominales o corrientes se debe utilizar la Tasa Social de Descuento Nominal.

VI. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN POR TIPO DE PROYECTO

6.1. PARÁMETROS DE PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

Factores de corrección:

Nombre del parámetro	Valor
Factor de corrección para la inversión ¹ .	0.8309
Factor de corrección para la operación y mantenimiento ² .	0.8475

1. Se aplica al total de la inversión a precios de mercado, siempre que esta no exceda los S/. 6 millones.

2. Se considera como servicio no transable de origen nacional.

Fuente: DGPI

Estimación de beneficios sociales de la electricidad en áreas rurales

Nombre del parámetro	S/. por Abonado por año
Beneficios por Iluminación en Sierra	710.88
Beneficios por Radio y T.V. en Sierra	271.43
Beneficios por Refrigeración en Sierra	0.00
Beneficios por Iluminación en Costa	556.32
Beneficios por Radio y T.V. en Costa	401.22
Beneficios por Refrigeración en Costa	1037.24
Beneficios por Iluminación en Selva	458.84
Beneficios por Radio y T.V. en Selva	260.12
Beneficios por Refrigeración en Selva	623.10

NOTA: Si un PIP sustenta la existencia de beneficios por "usos adicionales", se utilizará el valor de US\$ 0.15109 por Kw.h adicional, actualizado al tipo de cambio vigente a la fecha de formulación del estudio de preinversión.

Fuente: DGPI, actualización valores del estudio "Estrategia integral de electrificación rural" 1999, de NRECA International, Ltd. – Seta.